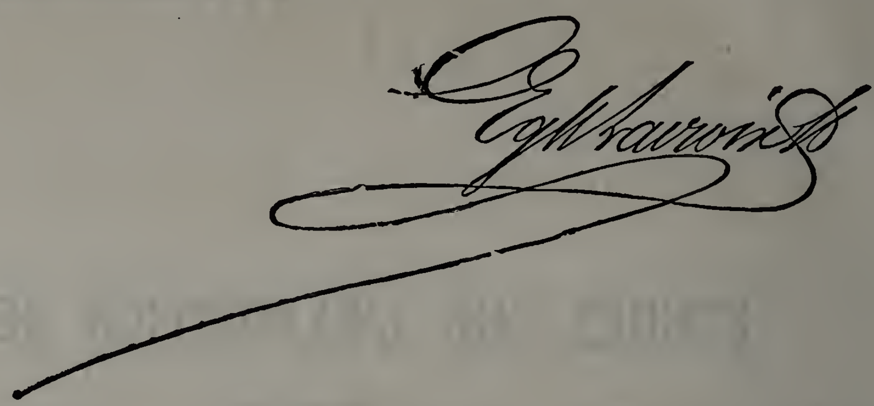




ÉTUDES SUR L'EXPOSITION DE 1878

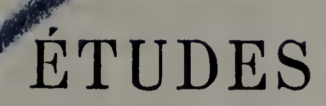
TOME IV

CHAUFFAGE ET VENTILATION.
SERRURERIE. — CARTES ET GLOBES. — ENSEIGNEMENT.
ÉCLAIRAGE. — HABILLEMENT DES DEUX SEXES.
NOTES SOMMAIRES.



La 1re partie des *Annales et Archives de l'industrie au XIXe siècle*, ou *Nouvelle technologie des arts et métiers*, est composée des *Études sur l'Exposition de 1867*, 8 vol. et un atlas de 250 planches. Prix : br., 80 francs ; rel., 100 francs.

Paris. — Imprimerie et librairie de E. Lacroix, rue des Saints-Pères, 54.



ÉTUDES

SUR

L'EXPOSITION DE 1878

ANNALES ET ARCHIVES DE L'INDUSTRIE AU XIXe SIÈCLE

(2e PARTIE)

PUBLIÉES PAR MM.
LES RÉDACTEURS DES *ANNALES DU GÉNIE CIVIL*
AVEC LE CONCOURS D'INGÉNIEURS ET DE SAVANTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

E. LACROIX

Chevalier de la Légion d'honneur. — Ancien officier d'infanterie de marine.
Ingénieur civil. — Membre de l'Institut Royal des Ingénieurs de Hollande, de la Société Royale des Ingénieurs de Hongrie, de la Société industrielle de Mulhouse, de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, etc.

Directeur de la Publication.

TOME QUATRIÈME

CHAUFFAGE ET VENTILATION DES ÉDIFICES PRIVÉS ET PUBLICS.
LA SERRURERIE ET SES OBJETS D'ART, LA GROSSE FERRONNERIE. — LES CARTES
LES GLOBES ET LES APPAREILS DE COSMOGRAPHIE. — L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE.
L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE ET L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR. — ÉCLAIRAGE AU GAZ.
HABILLEMENTS DES DEUX SEXES. — MACHINES SERVANT A LA CONFECTION DES VÊTEMENTS.
L'ALGÉRIE. — L'INDUSTRIE ET L'AGRICULTURE EN ALGÉRIE. — TISSUS
D'AMEUBLEMENT. — CARROSSERIE ET CHARRONNAGE.

1 vol. grand in-8 de 564 pages, avec 148 figures intercalées dans le texte et 26 planches in-f°.

Ouvrage honoré de la souscription de M. le Ministre de la Marine

PARIS
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
Eugène LACROIX, Imprimeur-Éditeur
du *Bulletin officiel de la Marine*, Libraire de la Société des Ingénieurs civils de France, de la Société des Conducteurs des ponts et chaussées, etc.
54, RUE DES SAINTS-PÈRES, 54
(Près le boulevard Saint-Germain)

ÉTUDES SUR L'EXPOSITION DE 1878

TOME IV

CHAUFFAGE ET VENTILATION. — LA SERRURERIE.
LES CARTES ET LES GLOBES. — L'ENSEIGNEMENT. — L'ÉCLAIRAGE.
L'HABILLEMEMT DES DEUX SEXES.
NOTES SOMMAIRES.

TABLE DES MATIÈRES

Chauffage et Ventilation des édifices privés et publics, par M. A. WAZON, ingénieur civil (pages 1 à 27 et 131 à 327, fig. 1 à 51).

La Serrurerie, par M. François Husson, architecte (pages 29 à 76 et 329 à 371, fig. de 1 à 35).

Les Cartes et les Globes, par MM. Léon CHATEAU et Ch. LETORT (pages 77 à 97, figures 1 à 3).

L'enseignement agricole, par M. DAHMER, ancien élève d'Hoffwill (pages 99 à 130 et de 373 à 377).

Eclairage, par M. SERVIER, ingénieur civil (pages 379 à 404, fig. 1 à 11).

Habillement des deux sexes, produits et procédés de fabrication,
par M. Bardin, ingénieur civil (pages 405 à 518, fig. 1 à 48).

Notes sommaires.

TABLE DES FIGURES

Chauffage et ventilation.

Serrurerie.

Cartes et globes.

Eclairage.

Habillement.

TABLE DES PLANCHES

Chauffage et ventilation.

Serrurerie.

Les cartes et les globes.

Eclairage.

Habillement des deux sexes.

Architecture. Art du bâtiment.

FIN DES TABLES DU TOME IV.

CHAUFFAGE & VENTILATION

DES ÉDIFICES PRIVÉS ET PUBLICS

PAR M. A. WAZON, INGÉNIEUR CIVIL

Obtenir le maximum d'effet avec le minimum de dépense.
(LAVOISIER.)

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDES PRATIQUES SUR LES COMBUSTIBLES

PREMIÈRE PARTIE. — *Sommaire* : Considérations sur l'origine et l'économie du combustible. — Combustibles solides. Bois. — Charbon de bois. Tourbe. — Charbon de tourbe. Combustibles fossiles. — Lignites. Houilles. Anthracites. — Agglomérés. Briquettes perforées. — Charbon de Paris. Cokes. — Combustibles liquides. Pétroles. — Combustibles gazeux. Gazogènes. Puissances calorifiques des gaz. Fumivorité. — Valeur comparée des combustibles.

Considérations sur l'origine et l'économie du combustible.

Dans la pratique industrielle on comprend sous le nom de combustibles, toutes les matières capables de produire de la chaleur à un prix modéré, en s'unissant chimiquement avec l'oxygène de l'atmosphère. Cette combinaison est ordinairement désignée sous le nom de combustion. L'oxygène de l'air étant répandu avec abondance dans toute l'atmosphère, on n'a point à se préoccuper de sa valeur commerciale. Mais il n'en est pas de même pour les matières combustibles, car leur production est lente, les réserves limitées, et de plus la répartition fort inégale de ces réserves pour les différents pays, oblige souvent à des transports longs et coûteux qui en augmentent fortement le prix de revient.

Les combustibles employés en économie domestique et industrielle ne se composent en effet que de produits d'origine végétale.

Ils sont donc produits lentement et grâce à l'aide de la radiation du Soleil, dont les rayons chimiques ont seuls la puissance et l'énergie nécessaires pour faire produire la réduction de l'acide carbonique par les parties vertes des végétaux. Cette réduction donne lieu à deux phénomènes principaux : Exhalaison d'oxygène et d'ozone par les plantes, ce qui contribue à maintenir l'atmosphère constamment respirable pour les animaux et les hommes; et combinaison du carbone devenu libre, avec les tissus cellulaires des plantes et des arbres dont il forme la matière principale. Le carbone ainsi fixé par les arbres, représente une partie de l'énergie solaire qui s'y est accumulée sous la forme chimique. Il y a donc dans les bois et les forêts d'énormes sommes d'énergie en repos, en tension; cette énergie est toute prête à fournir à l'humanité la force dont elle peut avoir besoin, sous toutes ses formes : Action chimique, chaleur, mouvement, électricité, lumière. Il en est de même pour les tourbes et les

combustibles fossiles : lignites, houilles, anthracites qui contiennent l'énergie solaire des anciens jours.

Car on est aujourd'hui certain que tous ces combustibles sont produits par la transformation lente des végétaux, accumulés depuis des temps incalculables. La terre recèle donc dans ces précieux dépôts fossiles, une somme d'énergie en tension, de beaucoup supérieure à celle contenue dans toutes les forêts existantes, et il y a là une colossale source de force qu'on pourrait croire inépuisable. Il importe beaucoup cependant de n'en point exagérer l'importance et d'en étudier l'étendue et la répartition sur les différentes contrées. Il est certains pays privilégiés tels que l'Amérique du Nord, la Chine, qui possèdent d'immenses étendues en terrains houillers, dont l'exploitation pourrait alimenter de puissantes industries pendant des milliers d'années; mais ces pays ainsi favorisés sont en bien petit nombre, et tel n'est point le cas pour la France, l'Angleterre, la Belgique, etc., pays essentiellement industriels, où une exploitation énorme s'est rapidement développée.

Si en particulier nous considérons l'Angleterre, dont les houilles fort estimées donnent lieu à une exportation considérable, et dont la production intéresse par là tous les états qui importent ces houilles, nous apprenons avec inquiétude que les savants anglais, économistes et géologues éminents : Jevons, Hull, etc. sont parfaitement d'accord pour prédire que dans un siècle ou deux tout au plus, les mines de houille de l'Angleterre seront épuisées, si l'extraction annuelle suit les mêmes accroissements qu'aujourd'hui. Rien du reste ne permet de faire supposer le contraire, car les applications de la force deviennent tous les jours plus nombreuses et plus variées.

Nous n'avons pas à faire le tableau de ce que deviendrait l'Europe privée de combustible à bon marché. On pense bien que ce serait là une cause de mort ou tout au moins d'un immense abaissement pour son industrie. S'il fallait tirer les houilles de l'Amérique du Nord, elles seraient grevées de frais de transport si énormes, qu'il vaudrait mieux transporter en Amérique la plus grande partie de nos usines.

Quant à tirer des houilles de Chine, il n'y faut pas songer à cause de son trop grand éloignement de l'Europe.

On croit assez généralement que d'ici à l'épuisement des houillères anglaises, il se fera quelque brillante découverte donnant le moyen de produire la chaleur à bon marché. C'est là une erreur grave, qu'il est fort important de dissiper, car elle nous conduirait fatalement à épuiser notre précieuse réserve en combustibles fossiles, avec la prodigalité excessive que nous y mettons depuis longtemps et qu'il faut empêcher au moyen de toutes les ressources que la science nous offre, et qu'on néglige comme à plaisir, en transformant en gaz inertes, d'immenses sommes de force qui disparaissent pour toujours, sans profit pour l'humanité.

Essayons donc de dissiper cette grave erreur, qui fait croire à la découverte de nouveaux combustibles sur notre globe. Et d'abord étudions la composition générale de ce globe formé d'eau et de terre.

L'eau qu'on a souvent proposée comme propre à donner des gaz combustibles, n'est-elle pas déjà un corps oxydé ou brûlé ; sa composition chimique, HO, n'indique-t-elle pas qu'on a simplement affaire à de l'oxyde d'hydrogène, que nous obtenons tous les jours si abondamment dans les locaux éclairés au gaz. Certes on pourra toujours tirer de cette eau, du gaz hydrogène et la décomposer en ses éléments H et O, mais cette décomposition, on le sait, exigera la même somme d'énergie que celle que procurerait sa recomposition par la combustion. Donc du côté de l'eau, il n'y a aucune chance de trouver une nouvelle source de chaleur, on en a la certitude absolue.

Examinons maintenant la composition de la terre. Son écorce solide se compose de rocs calcaires, dolomitiques et silicieux, (elle recèle en outre les métaux ordinaires, fer, zinc, etc. ; à l'état d'oxydes, c'est-à-dire de corps brûlés non combustibles). La pierre calcaire est composée de chaux, oxyde de calcium, combinés avec de l'acide carbonique, sa composition est donc complétement exempte de corps combustibles ou oxydables, puisqu'ils sont déjà oxydés. Les roches dolomitiques sont composées de chaux et de magnésie, la magnésie n'est que de l'oxyde de magnésium, métal qui donne en brûlant une brillante lumière. Les dolomies sont donc complétement incombustibles. Les rocs silicieux sont composés de silice, qui n'est elle-même que l'oxyde du silicium, et n'est point oxydable.

Ainsi l'écorce terrestre est presque entièrement composée de corps oxydés, c'est-à-dire brûlés, et les débris végétaux, tourbes, houilles, anthracites, en forment presqu'exclusivement la portion combustible, (auquel il faut joindre les pétroles d'origine volcanique). Ce n'est donc point dans l'écorce terrestre, ni dans l'océan qu'on peut espérer jamais de découvrir une nouvelle accumulation de combustibles ou une nouvelle source de chaleur. Nous croyons cette vérité parfaitement évidente. Il y a bien comme ressource la radiation solaire qu'on pourrait utiliser en plantant de grandes étendues de forêts, qui donneraient lieu à une production abondante de carbone. Mais l'immense étendue des terres qu'il faudrait ainsi planter, diminuerait les productions alimentaires dans une énorme proportion et comme elles sont déjà insuffisantes, il ne faut guère songer à cette ressource que pour utiliser les sols pauvres et montagneux que le reboisement enrichira, en les couvrant d'humus et en régularisant l'écoulement des eaux. La radiation solaire pourrait être aussi, en quelques contrées chaudes, utilisée sous sa forme calorifique. Des essais ont été faits en Amérique par Ericson, en Algérie et en France par Mouchot, et ils ont fait espérer quelques ressources de ce côté pour les contrées chaudes et lumineuses. Mais il n'est pas besoin d'insister pour faire sentir l'impossibilité d'appliquer ces procédés dans nos froides et brumeuses contrées du Nord de l'Europe. De tout cela il faut conclure qu'il n'y a point à espérer de nouvelles ressources en combustibles terrestres; ni à compter sur la radiation calorifique du soleil, et que nos contrées du Nord de l'Europe sont menacées dans un siècle ou deux, de n'avoir plus assez de combustible pour alimenter une industrie florissante.

Il est donc de la plus haute importance pour l'avenir des peuples de l'Europe, de se préoccuper de cette fort grave question et d'y apporter dès à présent le seul remède pratiquement possible, qui consiste uniquement dans la suppression du gaspillage des combustibles, qui se produit sur une échelle immense et dont nous allons essayer de donner un aperçu sommaire.

Les pertes commencent déjà pendant l'exploitation des houillères, on estime souvent en effet le déchet en menus abandonnés au fond de la mine à 20 %.

Il serait cependant possible d'extraire ces menus et d'en former des briquettes agglomérées qui se vendent fort cher et donnent d'excellents résultats calorifiques, on utiliserait donc aisément ainsi la somme totale fournie par les couches exploitées. Examinons maintenant les pertes qui se font dans les opérations industrielles et domestiques.

L'industrie emploie la houille en quantités énormes pour les opérations métallurgiques. Les appareils ordinairement employés donnent lieu à des pertes colossales. Ainsi on a calculé (W. Siemens) que le four à fusion de Sheffield employé à la fonte des fers et aciers n'utilise que la $^1/_{70}{}^e$ partie de la chaleur du combustible.

Une réforme fondamentale est donc urgente de ce côté et nous croyons qu'il

y a là une source importante d'économies faciles à réaliser. Il faudra naturellement employer des récupérateurs de chaleur, ne laissant point perdre les gaz à une trop haute température dans l'atmosphère et échauffant avant leur combinaison les gaz combustibles produits dans des gazogènes et l'air destiné à oxyder ces gaz, on obtient ainsi une température plus élevée et plus régulière. Ces appareils demandent il est vrai, de l'espace et coûtent assez cher de construction.

Mais il n'y a point à hésiter et le moment est venu d'entrer largement dans cette voie rationnelle, pour toutes les industries qui demandent de hautes températures, telles que la métallurgie, la céramique, les verreries, etc.

Le combustible nécessaire à la production de la vapeur et de la force, peut être économisé en suivant deux voies différentes. On peut perfectionner les fourneaux et les générateurs servant à produire la vapeur; et on peut aussi perfectionner la machine à vapeur afin qu'elle utilise mieux l'énergie que contient la vapeur d'eau. Les perfectionnements qu'il est urgent d'apporter à beaucoup de générateurs consistent dans un plus long parcours à donner aux gaz chauds, afin d'avoir un contact plus étendu avec les surfaces de chauffe, de façon à rejeter les gaz dans la cheminée à la plus basse température possible. On obtient ce résultat en ajoutant aux bouilleurs ordinaires, des bouilleurs réchauffeurs. Il est également très-nécessaire d'avoir des générateurs et des fourneaux bien enveloppés, car on a constaté (Société industrielle de Mulhouse) des pertes de 20 °/₀ causées par la conductibilité des parois des fourneaux et des chaudières. Il faut aussi envelopper avec un grand soin les conduites de vapeur mettant les moteurs en communication avec les générateurs. Enfin le dernier perfectionnement consiste dans l'emploi de bonnes machines à détente et condensation, dont l'usage permet des économies fort élevées.

Une autre et énorme cause de perte de combustible de toute espèce, est causée par le chauffage domestique. La France, l'Angleterre et la Belgique emploient pour ce chauffage, des cheminées ouvertes dont l'utilisation n'est souvent que de 6 à 10 °/₀, il y a donc au moins 90 °/₀ de combustible perdu pour toujours par suite de cet usage insensé. Il est vrai que ces cheminées sont infiniment plus salubres que les poêles et les calorifères, car elles renouvellent l'air des pièces par une abondante ventilation, et elles enlèvent l'humidité si préjudiciable à la santé. Elles donnent de plus une chaleur lumineuse, qui n'est pas sans influence sur le physique et le moral de l'homme. Il faudrait donc conserver tous ces avantages en y joignant de grandes économies sur le combustible brûlé. La seule voie à suivre dans ce cas, consiste à faire récupérer par l'air de la pièce, la chaleur inutilement enlevée par la fumée. Un grand nombre d'inventeurs ont fait faire de sérieux progrès aux appareils basés sur ce principe, et il est aujourd'hui facile de trouver dans le commerce, des cheminées à la fois hygiéniques et économiques.

Mais il faut bien le proclamer, cette nécessité n'est point comprise par la grande majorité des architectes et des propriétaires, qui laissent ces prétendus détails à la charge du locataire, qui ne peut bien entendu dans un immeuble dont il n'a que la coûteuse et courte jouissance, faire exécuter les travaux de pose et d'installation nécessités par toute bonne cheminée. Pour réaliser cette importante amélioration il est donc urgent que les architectes étudient ces questions avec le même soin qu'ils apportent aux autres parties des constructions qu'ils élèvent.

Les fourneaux de cuisine dits *économiques*, sont au contraire presque toujours la cause d'une grande perte de combustible, même dans les grands établissements tels que les hôpitaux, lycées, etc.

M. le professeur Muller cite un hospice de Paris, où le remplacement d'un ancien fourneau de cuisine dit économique, par un fourneau bien étudié, amena

une économie de 400 kil. par jour sur 800 kil., soit 50 %, ce qui pour un seul établissement diminuait la dépense de 6000 fr. l'an. Cet exemple suffit pour prouver la valeur des économies à réaliser de ce côté.

Nous croyons avoir établi que la science nous offre, dès à présent, un grand nombre de procédés et d'appareils, à l'aide desquels il est facile de réaliser d'immenses économies dans l'emploi des combustibles. Ces moyens déjà nombreux et efficaces le seraient bien plus encore si les inventeurs étaient secondés et encouragés par l'industrie, qui trop souvent les repousse au lieu de les accueillir et de stimuler leurs efforts par un bienveillant appui.

Nous avons la conviction qu'il n'y a que cette unique et seule route à suivre pour éviter le prompt épuisement de nos réserves de combustibles, précieux dépôt d'énergie accumulé par les végétaux depuis d'innombrables années, et que notre ignorante imprévoyance dissipe avec une prodigalité impardonnable, qu'il est absolument nécessaire de faire cesser.

I. — COMBUSTIBLES SOLIDES.

Bois. — Les bois secs sont principalement composés de carbone, qui en forme environ la moitié en poids, soit 50 %, d'hydrogène 6, et d'oxygène 44 en moyenne. On admet généralement que ces deux derniers corps sont fournis par l'assimilation de l'eau. Quant à l'assimilation du carbone, nous savons qu'elle est produite par l'action des rayons solaires agissant chimiquement sur les feuilles et les parties vertes des végétaux, dont la chlorophyle ou véridine, a le singulier pouvoir de décomposer, en présence des rayons solaires, l'acide carbonique de l'air, ainsi que celui produit par la respiration végétale; décomposition qui laisse libre l'oxygène de l'acide qui s'échappe dans l'atmosphère condensé sous la forme d'ozone. Le carbone de l'acide est fixé au contraire par la plante et par une série de transformations et de circulations dont la connaissance complète est encore fort obscure, arrive enfin à former la principale partie du tissu ligneux des arbres, et y dépose ainsi une partie de l'énergie solaire (1) sous la forme chimique, dépôt de force qui devient ainsi désormais à notre disposition pour la *transformer* sous toutes les formes qui nous sont utiles. Nous insistons sur ce mot transformer, car il faut bien nous persuader que nous ne pouvons que transformer la matière et la force, et qu'il nous est impossible de créer l'une ou l'autre.

Ne pouvant créer ni la matière ni la force, il est de notre devoir de ménager et d'économiser ces dons de la nature, et en particulier il est surtout nécessaire d'économiser les bois dont la croissance est fort lente, ce qui oblige à leur consacrer de vastes étendues de terre qu'on soustrait ainsi à la culture des plantes alimentaires, malgré l'insuffisance bien reconnue en céréales et en viandes alimentaires.

On divise les bois en deux grandes classes : Bois durs, bois tendres.

Les bois durs comprennent le charme, le chêne, le frêne, le hêtre, l'orme, etc. dont la pesanteur est plus forte que celle des bois suivants : aune, bouleau, peuplier, pin, saule, sapin, tremble, etc., qui sont classés comme bois tendres.

La composition chimique de la partie combustible des deux classes est à peu près identique ainsi qu'on peut le voir par le tableau ci-après qui contient les analyses de M. Chevandier.

(1) Grâce aux admirables travaux de Robert Mayer et de Joule, on sait maintenant que chaque kilogramme de carbone ainsi fixé, contient assez d'énergie pour pouvoir élever à 1 mètre de hauteur un poids égal à $8080 \times 425 = 3{,}434{,}000$ kil.

Bien que cette composition soit identique, la différence profonde qui existe dans le mode de combustion des bois durs et tendres, est tellement importante en industrie, qu'il y a presque toujours des motifs pour faire préférer l'une ou l'autre classe suivant l'effet à produire. Les bois durs ne brûlent d'abord qu'à la surface, les gaz combustibles se dégagent rapidement et brûlent dès le commencement de la combustion, il reste donc un charbon compacte et volumineux qui brûle sans flammes et donne une chaleur lente et prolongée. Il en est tout autrement pour le mode de combustion des bois tendres et légers qui brûlent rapidement avec une flamme continue, à cause de leur grande porosité offrant un accès facile à l'oxygène, le carbone y brûle donc en même temps que l'hydrogène et il ne se forme que peu de charbon. Ces bois tendres conviennent donc tout particulièrement aux industries qui réclament une chaleur très-élevée et une flamme longue et continue, tel est le cas pour les verreries et les manufactures de porcelaine.

	Carbone.	Hydrogène libre.
Charme	0,486	0,006
Chêne	0,496	0,006
Hêtre	0,492	0,006
Aune	0,509	0,011
Bouleau	0,508	0,011
Pin	0,511	0,009
Sapin	0,509	0,009
Saule	0,500	0,006
Tremble	0,493	0,009

Les bois durs sont au contraire préférés par les industries qui demandent une température moins élevée, et où une flamme longue et continue n'est pas nécessaire.

Les bois récemment abattus contiennent jusqu'à 45 °/₀ d'eau, après deux ans de coupe ils en contiennent en moyenne 15 °/₀ et parfois 30 °/₀.

L'écorçage des bois en facilite singulièrement la dessiccation. Uhr a fait à ce sujet des expériences intéressantes et il a trouvé qu'au bout de trois mois de coupe, le bois écorcé avait perdu 40 °/₀ de son poids, tandis que le bois garni de son écorce n'avait perdu que moins de 1 °/₀. Il est donc nécessaire de fendre et d'écorcer les bois aussitôt leur abatage.

La puissance calorifique des bois varie avec la quantité d'eau qu'ils contiennent, qui non-seulement n'est pas combustible, mais doit encore être vaporisée, ce qui exige environ 606 calories par kilog. d'eau.

(Nous rappelons qu'une calorie ou unité de chaleur représente la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré centigrade 1 kilogramme d'eau).

Pour faire ressortir la différence considérable en puissance calorifique fournie par le bois à l'état humide ou à l'état de sécheresse complète, nous prendrons pour exemple la puissance calorifique du chêne sec, comparée à celle du chêne mouillé : 1 kilog. de chêne sec équivaut, d'après Payen, à un poids de $0^k,475$ gr. de carbone ; la puissance calorifique du carbone étant égale à 8080 calories, cela produit 3837 calories pour le chêne sec.

Si nous prenons le même bois mouillé il contiendra $0^k,450$ gr. d'eau qu'il faudra vaporiser aux dépens du carbone du bois. Pour vaporiser ces 450 gr. il faudra $0,450 \times 606^{cal.} = 272$ calories. D'un autre côté le kilogramme de chêne mouillé au lieu d'être équivalent à $0^k,475$ de carbone ne vaudra plus que $0,55 \times 0,475 = 0^k,261$ gr., ce qui n'équivaut plus qu'à $8080 \times 0,261 = 2108$ calories desquelles il faut encore retrancher les 272 calories qui ont été consommées par la vaporisation de l'eau de mouillage, ce qui donne enfin 1836 calories

seulement pour la puissance calorifique du kilogramme de bois de chêne mouillé. Nous avons trouvé plus haut que le même bois sec produit 3837 calories le rapport $\frac{3837}{1836} = 2{,}08$, ce qui prouve que la puissance calorifique du bois sec est plus que double de celle du même bois mouillé. Il y a donc pour l'acheteur de bois, un intérêt considérable dans les achats faits au poids, à tenir sérieusement compte de la proportion d'eau qu'on achète et qu'on paie au prix du bois sec. Il faut compter pour le bois de chêne desséché 3837 calories, pour le chêne à 15 % d'eau, 3200 calories; chêne à 30 % d'eau, 2500 calories et chêne à 45 % d'eau, 1836 calories. Les autres essences de bois ayant comme on l'a vu la même composition chimique, ont à peu près la même puissance calorifique, les proportions d'eau étant supposées égales.

Quand les bois sont secs il importe beaucoup de les tenir non-seulement à couvert, mais encore dans un local très-sec, car ils absorbent facilement une assez grande quantité d'eau dans les temps humides.

Ainsi, avant d'emmagasiner les bois il faut bien s'assurer que l'humidité qu'ils contenaient en a été expulsée, et que le magasin n'est point humide; car il suffirait d'un faible degré d'humidité intérieure pour amener la pourriture et la carie des bois. Certaines essences, tel que le hêtre, sont surtout exposées à ces accidents.

Bethell et Deckher ont proposé pour ces bois un mode de dessiccation artificielle qui offre quelques avantages; il consiste à faire circuler dans le séchoir, pendant un certain temps, de l'air chargé de fumée de bois dont on connait depuis longtemps l'action antiseptique. La sève humide évaporée est donc dans ce procédé, remplacée en partie par la créosote, qui empêchant toute fermentation assure ainsi efficacement la longue conservation des bois.

Il est cependant bon de faire observer que ce mode d'opérer ne suffirait pas pour obtenir une dessiccation complète, car la fumée de bois contient de la vapeur d'eau en quantité notable.

Il faudrait donc vers la fin de l'opération, faire passer pendant quelque temps de l'air chaud et sec à travers le séchoir, ce qui compléterait cet ingénieux procédé et en assurerait le succès.

On trouve dans le commerce, des bois flottés dont on a formé des radeaux qui séjournent parfois plusieurs mois dans les rivières, Ces bois sont d'une conservation difficile, et la quantité considérable d'eau qu'ils renferment les rend peu économiques. Il serait bien désirable qu'on renonçât le plus possible à ce défectueux mode de transport des bois.

Charbon de bois. — Le but qu'on se propose en carbonisant les bois, est d'en chasser toutes les matières volatiles, et d'obtenir ainsi un combustible dont la combustion ne produise ni fumée, ni odeur, tout en donnant pour certaines industries une chaleur plus forte que le bois.

Cette préparation donne lieu à une perte considérable d'éléments combustibles, car de 100 kil. de bois on n'obtient généralement que 17 kil. de charbon. Il importe donc de restreindre le plus possible l'emploi de ce combustible et d'un autre côté d'appliquer à sa production les procédés les plus perfectionnés. Ces procédés sont basés sur quelques principes forts simples : Il est d'abord nécessaire de disposer le tirage pendant la carbonisation, pour que l'air d'accès passe du bois frais au bois carbonisé, car les produits volatils étant brûlés par l'air d'accès, celui-ci se trouve entièrement dépouillé de son oxygène quand il arrive au contact du bois déjà carbonisé et il ne peut ainsi brûler le carbone solide en le transformant en acide carbonique.

La carbonisation doit être aussi opérée lentement et à basse température,

car on a observé qu'une combustion vive ne donne en charbon qu'environ 15 %. Tandis qu'une combustion lente des mêmes bois porte le rendement à 25 % (Karsten).

L'avantage d'une température modérée est également profitable ; à une température trop élevée et malgré l'absence d'oxygène, les gaz produits par distillation se chargent de vapeur de carbone, ainsi que l'ont prouvé les expériences de Pettenkofer sur la fabrication du gaz de bois, et il en résulte forcément une diminution importante du charbon, qui s'échappe inutilement dans l'atmosphère sous forme d'oxyde de carbone et d'hydrogène carboné.

Deux systèmes de carbonisation sont employés dans nos forêts; ce sont les meules horizontales et les meules verticales. Nous ne parlerons que du second mode, le plus généralement suivi et le plus facile à décrire. Pour former un meule verticale, dont la forme est toujours celle d'un cône tronqué, on commence par choisir un terrain à l'abri des eaux, bien sec et abrité des grands vents.

Au centre de la meule, on plante trois ou quatre pieux laissant entre eux un vide de $0^m,50$ qui servira de cheminée et qu'on remplit de matières très-inflammables qui serviront à l'allumage du feu. Autour de cette cheminée on dispose le bois à carboniser, debout et par couches concentriques, le plus gros bout en bas et l'écorce en dehors, puis les morceaux fendus de façon à laisser le moins de vide possible, le bois doit être incliné à 45° de façon à bien s'arc-bouter et à fournir une inclinaison assez douce pour que l'enveloppe en terre ne glisse pas. Les plus gros morceaux doivent être placés au centre, lieu de plus forte chaleur. On garnit avec des petits bois. On donne à la partie supérieure la forme arrondie et on recouvre le tout d'une couche de gazon et de feuilles sur laquelle on étend enfin un mélange de terre argileuse et de poussier de charbon. On procède ensuite à l'allumage par la cheminée centrale, en donnant accès à l'air par la base de la meule sur tout son pourtour. D'épaisses fumées se dégagent et une condensation de vapeurs se forme à l'extérieur ; elle arrive à percer l'enveloppe et à la faire *suer*. Les fumées s'éclaircissent enfin quand la carbonisation centrale est opérée ; on renforce le dôme pour ralentir le tirage et la carbonisation du pourtour s'effectue alors par l'action de la chaleur accumulée au centre, qu'on augmente en ouvrant des évents en haut du pourtour, évents qu'on bouche quand ils ne donnent plus qu'une fumée légère et qu'on remplace alors par d'autres, ouverts plus bas, en continuant ainsi jusqu'à la base de la meule.

L'enveloppe finit par rougir au moment du *grand feu*, on bouche alors toutes les ouvertures, la meule est recouverte de terre pour arrêter la combustion, et on attend l'extinction complète pour recueillir le charbon produit, qui dépasse rarement 17 % en poids du bois employé ; résultat bien mince pour un travail si chanceux, et qui appelle de grands perfectionnements.

Une telle manière de procéder est en effet bien imparfaite, car les vents plus ou moins violents, l'attention et l'intelligence des ouvriers ont une influence considérable sur le rendement.

On a quelque peu perfectionné ces procédés rudimentaires, en abritant les meules avec des enceintes en bois et clayonnages, on obtient ainsi un tirage plus régulier et le rendement en charbon qui sans ces abris est de 17, % arrive à 23 %, dans quelques cas bien dirigés. Ce rendement pourrait cependant être doublé et porté à 35 % en employant la méthode Chinoise, qui consiste à carboniser le bois dans une sorte de douve ou cuve creusée dans la terre, munie d'une cheminée centrale percée de trous à sa base, et d'évents au pourtour.

Les Chinois empilent le bois debout dans cette excavation, ils le recouvrent d'une forte couche de terre, et ils allument par la cheminée comme dans nos meules

verticales, en ne laissant que peu de section aux arrivées d'air du pourtour. Quand la fumée sort transparente, on juge que la combustion des parties volatiles est achevée, et on bouche alors hermétiquement la cheminée et toutes les ouvertures. Au bout de quelques jours on peut recueillir un charbon d'excellente qualité sans aucun fumeron, dur et sonnant, et dont les petits rameaux ont conservé leurs formes. Il est donc désirable de voir ce procédé si simple appliqué en Europe, puisqu'il donne d'excellents produits et un rendement double de celui que nous obtenons, 35 $^0/_0$ au lieu de 17.

Le charbon de bois ordinaire renferme environ 7 $^0/_0$ de cendres et 7 $^0/_0$ d'eau. Sa puissance calorifique est alors de 7000 calories par kilogramme (Péclet), mais il faut avoir soin pour lui conserver toute cette puissance, de bien l'abriter de la pluie et de l'humidité qu'il peut absorber en quantité notable.

Tourbe. — La tourbe est produite par la fermentation et la décomposition des plantes et des végétaux des terrains humides. On la rencontre en bancs compactes sur le bord de certaines rivières, dans les marais, les dépressions de terrain où l'eau séjourne. On la trouve aussi parfois sur les hauts plateaux où elle est formée par la décomposition des mousses qui condensent l'eau de l'atmosphère.

Elle se présente partout en bancs horizontaux parfois fort épais, et placés peu au-dessous de la surface du sol. La hauteur de ces bancs dépasse rarement 10 mètres.

On y rencontre parfois de nombreux débris de l'industrie humaine, médailles, épées de bronze; qui prouvent son origine toute moderne, et la persistance de sa formation à l'époque actuelle.

On distingue deux variétés de tourbe; celle de récente formation, d'un brun clair, où les débris végétaux ne sont pas encore entièrement transformés, elle est légère et spongieuse. La tourbe d'ancienne formation est plus foncée et plus compacte.

La succession des couches de tourbe est continue, et la décomposition marche dans ces couches en s'accroissant de haut en bas. On extrait la tourbe de deux façons différentes qui sont commandées par la situation immergée ou émergée de la tourbière.

Quand la tourbière ne peut être desséchée, il faut avoir recours à un bateau dragueur, qui rejette la tourbe extraite dans des barques, qui la transportent sur un terrain sec, où on la moule en briquettes.

Quand au contraire il est possible de dessécher la tourbière, on creuse des canaux d'écoulement et on extrait ensuite la tourbe en mottes, au moyen de louchets. La principale difficulté à vaincre dans cette industrie, consiste dans le dessèchement des briquettes et des mottes. De nombreuses tentatives de dessèchement en étuve, par la chaleur de combustion d'une partie de la tourbe, ont donné lieu à des résultats peu encourageants. Il faut bien remarquer en effet que la tourbe à l'état primitif contient souvent 90 $^0/_0$ d'eau, qu'après un drainage, elle en contient encore 84 $^0/_0$. Ainsi, dans tout procédé où l'on opérerait sur la matière première à l'état naturel, il faudrait extraire et préparer 10 tonnes de tourbe naturelle, pour en obtenir une de sèche.

Il faut donc nécessairement opérer sur de la tourbe desséchée naturellement par son exposition à l'air. Or, cette dessiccation naturelle est très-lente et parfois impossible, à cause de la trop grande épaisseur des mottes. Il faudrait donc extraire la tourbe par tranches minces offrant une grande surface d'évaporation. Ce procédé essayé en Irlande, y a obtenu un succès complet, grâce à l'emploi de machines spéciales mues par la vapeur et supportées par des voies de fer mobiles.

Le même procédé est employé en Allemagne aux environs de Munich, il y réussit également bien.

Quand cette dessiccation est ainsi obtenue, on possède un combustible qui peut être employé en fragments sur des grilles à gradins, comme la sciure de bois. Mais pour d'autres dispositions de foyers, il est nécessaire de comprimer la tourbe en poudre desséchée, et d'en former des briquettes moulées; ce qui s'obtient facilement en employant des presses analogues à celles qu'on emploie pour agglomérer les menus de houille.

La puissance calorifique de la tourbe desséchée est, d'après M. Regnault, d'environ 5300 calories.

Les tourbes longtemps exposées à l'air renferment encore 30 $^0/_0$ d'eau et leur puissance calorifique n'est que d'environ 3750 calories (Péclet).

Les tourbes superficielles contiennent parfois jusqu'à 20 $^0/_0$ de cendres. Les couches plus profondes n'en donnent souvent que 7 à 8 $^0/_0$ et sont naturellement les plus estimées. En pratique on admet qu'il faut deux tonnes de tourbe, non desséchée artificiellement pour égaler l'effet calorifique d'une tonne de houille, sous les générateurs de vapeur.

La tourbe brûle avec flamme en donnant une fumée épaisse et une odeur fort gênante; inconvénients qu'il faut éviter dans certains cas et qu'on réussit à supprimer en opérant la carbonisation de la tourbe.

Charbon de Tourbe. — La tourbe carbonisée comme le bois, en meules ou en fosses, donne un charbon léger, spongieux, qui contient beaucoup de cendres. Il brûle lentement en produisant une flamme légère et ne dégage aucune fumée ni aucune odeur. Il peut donc être employé dans les foyers domestiques, où il donne une combustion prolongée, grâce à la couche de cendres qui l'enveloppe en le protégeant contre l'accès facile de l'oxygène.

Les procédés de carbonisation de la tourbe offrent une grande analogie avec ceux employés pour obtenir le charbon de bois. On en forme le plus souvent des meules verticales, et on dirige l'opération comme il a été dit plus haut.

Il est cependant nécessaire de prendre plus de précautions pour le démontage de la meule, car le charbon de tourbe est difficile à éteindre et à extraire, parce qu'il s'émiette facilement, en donnant un poussier sans valeur. Le procédé des meules verticales donne un rendement moyen de 25 $^0/_0$ avec des tourbes sèches.

Ce rendement pourrait être augmenté et porté à 50 $^0/_0$ en employant des tourbes noires et en les carbonisant dans des fosses analogues à celles que les Chinois emploient pour le charbon de bois. Ces fosses que nous avons décrites plus haut, sont employées en Angleterre où elles procurent un rendement élevé et une plus grande facilité pour la conduite régulière de la carbonisation de la tourbe.

La puissance calorifique du charbon de tourbe varie avec la quantité de cendres qu'il contient, quantité qui peut s'élever à 35 $^0/_0$. Celui d'Essone en renfermant 18 $^0/_0$ peut produire environ 6600 calories par kilogramme (Péclet).

II. — COMBUSTIBLES FOSSILES

Lignites. — Les combustibles fossiles comprennent les lignites, les houilles et les anthracites. Les lignites se rencontrent dans les terrains postérieurs à la craie. Les houilles et anthracites lui sont au contraire antérieurs.

Les couches de lignites sont principalement composées de troncs d'arbres parfaitement reconnaissables; on y distingue facilement des aunes, érables, noyers, sapins, etc. Ces troncs sont généralement empilés en couches horizontales qui paraissent avoir été formées par d'immenses inondations précédées de tempêtes dont la violence a dû renverser des forêts entières, ces débris recouverts par les eaux ont subi une transformation analogue à celle que nous observons dans la formation de la tourbe, qui renferme souvent des troncs d'arbres fossiles comparables aux lignites.

Ce combustible brûle facilement en donnant une flamme longue, il produit une fumée noire d'une odeur forte et désagréable. Il donne un charbon analogue à celui du bois, non collant et sans boursouflures.

Les lignites perdent promptement leur principes combustibles par l'exposition à l'air et la dessiccation.

La puissance calorifique des lignites est très-variable, son minimum est d'environ 5,000 calories et le maximum peut atteindre 8000 calories, soit une puissance calorifique moyenne égale à 6,500 calories par kilogramme.

Houilles. Anthracites. — La houille est formée d'amas de végétaux, et on a fort justement dit que le charbon de terre n'était que du charbon de bois provenant des forêts primitives.

Il semble difficile, à première vue, d'admettre cette origine, car les houilles laissent rarement apercevoir des traces d'organisation végétale. Un examen plus attentif conduit cependant à cette constatation pour certaines variétés de houille, qui observées au microscope, présentent tous les caractères de la plante fossile.

En explorant les bancs de schiste ou de grès qui supportent ou qui recouvrent les couches de houilles, on reconnaît facilement entre les feuillets de schiste, des débris de plantes, fougères, lycopodes, assez bien conservés. L'empreinte de chaque feuille se reconnaît dans la roche et la feuille elle-même est transformée en une mince couche de charbon. Plus on examine un point rapproché de la couche de houille, et plus les pellicules charbonneuses sont multipliées, jusqu'à ce qu'enfin la roche interposée venant à disparaître, il ne reste plus que les feuillets de charbon réunis et confondus formant un banc compacte de houille plus ou moins épais. La houille est donc bien formée par une accumulation de plantes ayant subi des fermentations, des compressions et des effets calorifiques dont l'ensemble a lentement produit une transformation profonde des tissus végétaux.

On désigne sous le nom d'anthracites, certaines variétés de houille plus anciennes de formation, où cette transformation des tissus organiques est arrivée à sa phase extrême.

Les anthracites ne renferment pas d'éléments volatils et sont toujours entièrement privés de débris végétaux. Leur puissance calorifique égale 8000 calories par kil. en moyenne.

Leur combustion est souvent difficile à cause de leur facilité à décrépiter au feu en se réduisant en petits fragments qui s'opposent au passage de l'air

comburant, aussi ne sont-ils guère employés en Europe. Les américains du Nord ont cependant réussi à employer l'anthracite dans toutes leurs industries aussi bien qu'au chauffage domestique, à l'aide de foyers spéciaux qu'on pourrait certainement introduire en Europe.

Houille. — Les houilles se divisent en trois classes : houilles sèches, houilles maigres et houilles grasses. La houille grasse présente une cassure brillante d'un beau noir, elle a un éclat gras bien accusé, elle brûle rapidement en dégageant une flamme longue et blanche, elle se gonfle, se ramollit et s'agglutine de manière à ne former qu'une seule masse poreuse. Le coke qui en provient est de la meilleure qualité, léger et poreux, il ne laisse que peu de résidus en cendres après son entière combustion. La grande porosité du coke que fournissent les houilles grasses, leur a valu le nom de houilles à coke boursouflé.

La houille maigre présente une cassure moins brillante et mélangée de parties mates, elle est plus dure que la houille grasse et s'enflamme moins aisément, elle s'agglutine faiblement sans augmenter de volume. Elle donne un coke compacte et de bonne qualité dont l'aspect particulier lui a fait donner le nom de houille à coke fritté.

La houille sèche est plus lourde que les variétés précédentes, elle est aussi plus dure, présente une cassure éclatante quoique moins foncée. Elle s'enflamme difficilement, brûle avec une flamme bleuâtre, et se contracte au feu au lieu d'y gonfler comme les houilles précédentes. Elle fournit un coke très-compacte, lourd, ne brûlant qu'à une haute température, laissant souvent beaucoup de cendres, et dont la forme a fait donner à cette houille le nom de houille à coke pulvérulent. Ces diverses variétés de houille peuvent être distinguées au moyen d'essais au creuset. A cet effet on réduit la houille en poudre et on la chauffe au creuset couvert. La poudre de houille grasse se coagule, entre en fusion pâteuse en augmentant considérablement de volume, et se moule de manière à épouser la forme du vase. La houille maigre se coagule sans augmentation et parfois même avec diminution de volume, et produit du coke en masse frittée assez ferme. La houille sèche ne se coagule pas, et laisse un coke en poudre sans cohésion. Les houilles ont d'autant plus de valeur qu'elles donnent moins de cendres. Il y a sous ce rapport des différences considérables. Ainsi certaines houilles laissent à peine 2 $^0/_0$ de cendres, et d'autres variétés en produisent 20 $^0/_0$. Pour essayer la houille sous le rapport de son contenu en cendres il suffit d'en brûler une quantité connue et de peser le résidu terreux obtenu. La nature des cendres de houilles est assez variable, elles sont presque toujours argileuses; on y rencontre aussi de l'oxyde de fer, du carbonate et du sulfate de chaux.

La composition des cendres est souvent telle qu'elles fondent pendant la combustion de la houille et forment un verre, laitier ou mâche-fer qui obstrue la grille.

Les cendres constituent une véritable perte puisqu'elles sont composées d'éléments incombustibles ne pouvant fournir aucune quantité de chaleur; elles entraînent de fréquents tisonnages qui font tomber une certaine partie du charbon en menus. Les mâche-fers ont un effet encore plus fâcheux; ils se soudent aux parois des foyers et aux barreaux des grilles, qu'ils détruisent rapidement, ils forcent d'ailleurs à nettoyer le feu par dessus la grille, ce qui donne lieu à des introductions d'air froid par l'ouverture des portes de foyers, qui refroidit les surfaces de chauffe et fatigue leurs rivures.

L'oxyde de fer contenu dans les cendres de houille, provient de la pyrite de fer qui se rencontre fréquemment dans ce combustible et nuit beaucoup à sa qualité.

La pyrite se trouve disséminée en petits cristaux à peine visibles, entre les feuillets de la houille.

Par le contact de l'air humide la pyrite se change en sulfate, et il en résulte une expansion qui fait tomber la houille en poussière. Quand cette transformation se produit dans les mines ou à bord des navires chargés de houille, le dégagement de chaleur produit par cette combinaison peut être assez élevé pour que la houille prenne feu, ce qui peut causer d'épouvantables explosions.

Une proportion trop grande de pyrites dans la houille est une source d'inconvénients graves pour les barreaux des grilles et les autres parois des foyers. Les pyrites dégagent en effet au feu des vapeurs de soufre, qui au contact des barreaux chauffés au rouge, donnent naissance à du monosulfure de fer très-fusible. Cette attaque est parfois assez puissante pour donner naissance à des stalactites à la partie inférieure des grilles. Ces vapeurs sulfurées attaquent et corrodent même les fonds de chaudières.

La quantité d'eau hygrométrique contenue par les houilles est généralement peu élevée, elle peut n'être parfois que de 1 $^0/_0$, mais elle atteint dans certains cas exceptionnels jusqu'à 18 $^0/_0$.

La composition moyenne des houilles sèches peut être représentée par carbone 80, hydrogène 8, azote 1, oxygène 6, soufre 1, cendres 4 = 100.

La houille est vendue en fragments de grosseur différente dont la dimension influe beaucoup sur la valeur. On appelle tout-venant, la houille telle qu'elle sort de la mine et sans aucun triage; les gros morceaux sont désignés sous le nom de roche ou gros; ceux de la grosseur du poing forment la gaillette, les plus petits la gailleterie; enfin les très-petits morceaux constituent le menu, le fin et le poussier.

La houille étant en général d'autant plus pure qu'elle est en plus gros morceaux, le prix du gros est plus élevé que celui de la gaillette, et le menu est généralement à bas prix, car outre les impuretés qu'il contient, il est d'une conservation difficile et il se comporte mal sur les grilles, qu'il encombre sans laisser passer assez d'air pour sa bonne combustion. On peut aujourd'hui utiliser les menus en les agglomérant sous forme de briquettes qui se comportent parfaitement bien au feu, et donnent des résultats calorifiques aussi élevés que les gros morceaux.

Le poids de l'hectolitre de houille varie suivant la grosseur des morceaux, leur inégalité, la manière de mesurer, l'humidité plus ou moins forte, et enfin la provenance.

Voici quelques chiffres moyens :

Houille du Creuzot.	=	79	kilog.	l'hect.
Houille de Mons	=	80	—	—
Houille de Decize	=	83	—	—
Houille de Saint-Etienne.	=	84	—	—
Houille de Lataupe.	=	85	—	—
Houille de Combelle.	=	86	—	—
Houille de Blanzy	=	87	—	—
Houille de Labarthe.	=	88	—	—

Les quantités de cendres que produisent les houilles dans les foyers industriels et domestiques excèdent de beaucoup celles qui sont données par les analyses chimiques, à cause des escarbilles qui se trouvent mélangées aux substances minérales.

Voici un tableau qui résume une série d'expériences faites avec soin à la manufacture des tabacs de Paris.

Quantité de cendres, scories et escarbilles produites par différentes houilles à l'état de gaillettes :

Houille nouvel Anzin	0,007	par kilog.
Houille de Newcastle	0,071	—
Houille ancien Anzin	0,079	—
Houille de Denain	0,082	—
Houille de Flenu	0,095	—
Houille de Mathon	0,095	—
Houille de Decize	0,101	—

Les houilles extraites et conservées à l'air libre subissent parfois de profondes modifications qui en altèrent la puissance calorifique dans une proportion fort élevée. Depuis longtemps l'expérience des usines à gaz a fait ressortir une différence notable au point de vue de la production en gaz, entre les houilles fraîchement extraites et les houilles conservées.

De même dans la fabrication du coke, on a observé que les houilles conservées deviennent moins collantes et arrivent à se comporter comme des charbons maigres.

Mais à côté de ces changements dans ses propriétés et sa nature, la houille paraît en outre diminuer de poids dans une proportion notable. Cette perte se produit par une sorte de destruction spontanée de la substance de la houille; il s'en dégage des gaz combustibles. Cette décomposition se produit surtout très-activement quand la température s'élève et lorsque les houilles sont amassées en tas volumineux, ou sous la forme de menus.

On a même constaté (Grundmann) qu'une houille qui était restée neuf mois sur le carreau de la mine avait perdu 58 % de sa puissance calorifique primitive. Ce résultat ayant rencontré beaucoup d'incrédules, les expériences furent reprises en 1872, en Allemagne, par le Dr Warrentrapp qui constata que l'anthracite est la variété qui souffre le moins de son exposition à l'air. En expérimentant sur des houilles le Dr Warrentrapp, put se convaincre qu'après quelques mois d'exposition à l'air, leur faculté de produire du gaz avait diminué de 45 % et que la puissance calorifique avait perdu 47 %; tandis que la même houille couverte, n'avait perdu que 24 % en puissance productive de gaz, et 12 % seulement en pouvoir calorifique; M. Commines de Marsilly, directeur des mines d'Anzin, s'est également occupé de cette importante question : Deux gros morceaux de houille de Bellevue, extraits depuis six jours, arrivant directement de la fosse, ont été pulvérisés rapidement; la poussière a été placée dans un grand vase que l'on a recouvert d'une cloche de forme conique; au bout de douze heures, en enlevant la cloche et en approchant une allumette enflammée, il se produisait une flamme longue et éclairante. L'expérience a été répétée avec succès sur les charbons de Ferrand et de l'Agrappe (Mons). Quand ces charbons avaient été *plusieurs jours* exposés à l'air, il ne se dégageait plus de gaz inflammable.

Quand cette exposition a duré *plusieurs mois*, on ne retire plus de gaz hydrogène carboné, même en chauffant la houille jusqu'à 300°.

Ainsi, 500 gr. de houille du Nord de Boussu ont été réduits en poussière et laissés pendant cinq mois exposés à l'air; au bout de ce temps, chauffés au bain d'huile jusqu'à 300°, il s'est dégagé du gaz, mais ce gaz n'était plus inflammable. Des expériences semblables faites sur les charbons gras de Bellevue et d'Ellonges, ont donné les mêmes résultats; le charbon frais donnait toujours du gaz inflammable et le charbon vieux n'en donnait jamais.

Les expériences qui précèdent sont suffisantes pour faire apprécier la grande importance qu'on doit attacher à ne se servir que de charbons conservés à

l'abri de l'air et de l'humidité atmosphérique. On ne saurait donc prendre trop de soins pour se procurer d'abord du combustible fraîchement extrait de la mine, et ensuite pour son emmagasinement méthodique, afin d'éviter les pertes énormes mises en lumière par les expériences ci-dessus; expériences que nous avons cru devoir décrire longuement afin d'en faire ressortir l'importance exceptionnelle au point de vue de nos études qui doivent surtout porter et insister sur l'économie des combustibles.

La puissance calorifique des houilles moyennes est évaluée à 8000 calories par kilogramme (Péclet).

Agglomérés. — Les expériences que nous venons de décrire établissent d'une façon très-nette qu'en peu de temps les *menus* charbons perdent la plus grande partie de leur pouvoir calorifique; de plus leur état pulvérulent s'oppose énergiquement au passage de l'air entre les barreaux des grilles de foyers; il en résulte une combustion très-imparfaite, donnant beaucoup de fumée et produisant une grande quantité de gaz oxyde de carbone, qui s'échappe sans s'enflammer en donnant lieu à une perte considérable, puisqu'il contient environ les $^2/_3$ de la puissance du carbone qui lui est combiné. Tous ces inconvénients bien constatés avaient fait baisser le prix des menus à des taux tels, qu'on préférait éviter les frais de transport et que le carreau des mines était autrefois envahi par de véritables montagnes de menus et de poussier de houille. La plus grande partie n'était même pas remontée au jour, et servait de remblais pour remplir et consolider les galeries des mines.

On faisait ainsi d'énormes pertes allant parfois à 20 et 25 $^0/_0$ du cube mis en œuvre.

Le haut prix des charbons fit cependant songer à l'immensité des pertes qu'on subissait ainsi volontairement depuis des siècles, et après de nombreux essais on est enfin parvenu à pouvoir utiliser tous ces menus en les comprimant dans des moules, avec ou sans mélange de brai, sous la forme de briquettes cylindriques ou cubiques, d'un arrimage facile, et dont la combustion excellente donne des résultats calorifiques très-élevés.

La conservation de ces briquettes agglomérées est facilement assurée pour un temps suffisant, sans qu'il soit besoin de soins exceptionnels.

Ainsi, en Angleterre, on fabrique des briquettes destinées aux chemins de fer de l'Inde, qui pendant une longue traversée ne subissent aucune détérioration.

La conservation et la puissance calorifique des agglomérés sont tellement bien assurées que certaines industries, les compagnies de bateaux à vapeur, les chemins de fer, etc., donnent parfois la préférence aux briquettes sur le gros charbon. L'arrimage en est plus facile et moins encombrant, elles ne donnent que peu de menus et de poussier; enfin on peut même augmenter leur puissance calorifique dans une forte proportion en y mélangeant des huiles lourdes et des pétroles bruts. La compagnie Transatlantique française a obtenu de ce dernier mélange, des résultats excellents et elle se propose de développer cette fabrication.

On peut par cet ingénieux procédé utiliser les combustibles les plus pauvres et les plus difficiles à brûler, tels que les lignites et les anthracites qui se délitent sur les grilles. Les houilles en couches minces alternées avec des couches de schiste, ont pu être exploitées; il a suffi de les débarrasser par un simple lavage, de ces éléments étrangers. On a pu aussi utiliser complétement l'immense quantité de menus et de poussier qui se forme au fond des cales des navires affectés aux transports de houille.

Des usines spéciales ont été installées dans ce but dans la plupart de nos

grands ports et elles ont donné d'excellents résultats. La marine française exige des agglomérés durs, sonores, homogènes, peu hygrométriques, à peu près sans odeur, fabriqués avec des menus de récente extraction, lavés avec soin; ils doivent renfermer comme matière agglomérante 8 % de brai sec, leur poids ne doit pas dépasser 8 kilog. et leur densité doit être au moins égale à 1,2. Ils doivent s'allumer facilement et brûler avec un flamme vive et claire, sans se désagréger au feu, et ne produire qu'une légère fumée grise. Soumis pendant vingt-quatre heures à une température de 60° dans une étuve, ils ne doivent pas éprouver de ramollissement sensible; ils doivent avoir une puissance calorifique aussi élevée que les meilleures houilles en roches; enfin la proportion des cendres et des résidus de combustion ne doit pas excéder 10 %.

La condition de ramollissement est essentielle pour la marine, par suite de la température élevée des soutes à charbon.

Les briquettes susceptibles de se ramollir, offriraient le double inconvénient de se souder entre elles et de dégager des huiles volatiles très-nuisibles à la santé des chauffeurs.

Les compagnies de chemins de fer, dont la consommation en agglomérés est considérable, demandent simplement des briquettes solides, donnant peu de déchet et tenant bien au feu. Les briquettes préparées au brai sec avec des houilles bien lavées, l'emportent par leur effet calorifique sur le coke et la houille en roche de même provenance. Cette supériorité tient à ce que les briquettes permettent de marcher avec une couche mince dans le foyer, ce qui rend la combustion complète, tandis qu'il faut accumuler le coke sur une forte épaisseur, ce qui produit de l'oxyde de carbone qui s'échappe sans brûler en perdant les $^2/_3$ de la puissance de son carbone.

L'agglomération peut s'obtenir de deux manières; par compression simple pour les menus de houilles grasses et collantes; ou à l'aide d'un ciment destiné à relier les différentes parties lorsqu'il s'agit des lignites, des houilles maigres et des anthracites.

On emploie généralement à cet usage le brai sec, qu'on obtient en débarrassant le goudron, par une température de 300°, de toutes les matières volatiles à froid.

Le brai sec étant devenu rare et cher, on a dû chercher d'autres produits pouvant remplir l'office de ciment agglutinant. Un chimiste français, M. Vassart établi en Angleterre, emploie avec un grand succès le silicate de soude, qui présente de nombreux avantages; résistance au choc, à l'humidité et absence de fumée, tout en donnant une puissance calorifique très-élevée.

Pour satisfaire aux usages industriels, les agglomérés doivent réaliser plusieurs conditions essentielles; ils doivent être durs et tenaces, faciles à arrimer et d'un poids assez faible pour qu'on n'ait pas à les concasser avant leur emploi.

La pression donnée par la machine de compression, doit atteindre au moins 100 kilog. par centimètre carré.

Au point de vue de l'uniformité de la densité, la forme la plus avantageuse est évidemment la forme circulaire cylindrique; et dans le cas où on emploie des moules rectangulaires il convient d'en arrondir les angles.

La compression s'opère par des machines à moules ouverts, ou à moules fermés. Les appareils à moules fermés dus à MM. David, Jarlot, Marsais, Mazeline, Révollier, etc., permettent de pousser la pression jusqu'à 150 kilog. par c^{m2}. Les uns donnent des briquettes de 5 à 10 kilog., d'autres donnent des blocs de 650 kilog. qu'il faut ensuite débiter au marteau. Les appareils à moules ouverts, dus à M. Evrard, fournissent des briquettes cylindriques de $0^m,08$ diamètre, homogènes, d'une densité de 1,36, rarement atteinte par les appareils à moules fermés.

Rendement des machines à briquettes.

David. . . .	4	chevaux-vapeur	par tonne	et par	heure.
Marsais . . .	5	—	—	—	—
Jarlot. . . .	6	—	—	—	—
Mazeline . .	6	—	—	—	—
Revollier . .	6	—	—	—	—
Evrard . . .	7 à 8	—	—	—	—

La machine David est donc celle qui demande le moins de force et qui paraît la plus avantageuse pour les petites briquettes.

La puissance calorifique des agglomérés de houille étant au moins égale à celle de la houille moyenne, on peut l'estimer en général à 8000 calories par kilogramme.

Briquettes perforées. — Ces briquettes destinées au chauffage domestique par foyers découverts, n'ont qu'un avantage, c'est de tenir longtemps au feu; mais l'abondance de cendres qu'elles produisent en diminue le pouvoir calorifique, qui, par cette cause ne doit pas être supérieur à celui du coke de gaz = 6000 calories, leur fabrication est identique à celle des agglomérés.

Charbon de Paris. — On désigne sous ce nom un combustible formé par l'agglomération et la carbonisation de débris divers de bois, tannée, poussier de charbon de bois et de tourbe, sciure de bois, débris de coke et de houille. Ces matières sont d'abord carbonisées, puis broyées et réduites en pâte mélangée de goudron. La pâte charbonneuse est ensuite moulée, par procédés mécaniques, sous forme de petits cylindres. Ces cylindres moulés sont ensuite introduits dans des caisses en fonte qu'on enfourne dans des fours disposés pour être chauffés par les gaz qui s'échappent de la pâte pendant sa calcination, qui dure environ douze heures. Le charbon ainsi obtenu est peu friable et peut être transporté à de grandes distances sans un déchet notable. Il s'embrase facilement quand il est conservé dans un lieu bien sec, il brûle sans flamme ni fumée, avec une grande lenteur en se recouvrant d'une épaisse couche de cendres qui le protégent contre l'accès direct de l'air comburant. Une fois allumé il continue à brûler à l'air. Cette lenteur de combustion rend le charbon de Paris particulièrement propre aux usages domestiques. Il produit de 20 à 22 °/₀ de cendres, ce qui diminue fortement son pouvoir calorifique et le porte tout au plus à 6000 calories par kilogramme.

Carbonisation des houilles. Coke. — Le coke ne diffère chimiquement de la houille que par l'absence de matières volatiles enlevées par distillation ou par carbonisation. Il peut être produit par deux procédés généraux très-différents. Dans le premier on soumet la houille à une distillation conduite de façon à recueillir les produits volatils expulsés de la houille, dont les éléments forment le gaz-lumière; ce qui reste dans les cornues est un résidu connu sous le nom de coke de gaz. Dans le second cas on laisse souvent perdre les gaz produits, et parfois on les utilise à chauffer, par un circuit en retour, la sole des fours de carbonisation. On obtient par ce second procédé, du coke de four, dont la puissance calorifique est notablement plus élevée que celledu coke de gaz, il est aussi plus lourd, et il brûle plus lentement.

Le coke de four est employé dans les industries métallurgiques, parce que la plus grande partie du soufre et du phosphore en a été chassée par la chaleur, et

que ces corps sont fort nuisibles dans certaines opérations métallurgiques. La carbonisation procure en outre un combustible brûlant sans fumée, qualité fort estimée pour les locomotives et quelques industries placées dans des centres d'habitation.

A la suite des données acquises sur la présence des schistes argileux, des pyrites, etc., dans les houilles on a été amené à réaliser dans les procédés de carbonisation un progrès essentiel : la préparation de la houille par voie humide. Cette amélioration présentait un grand intérêt pour la métallurgie; car elle constitue encore la meilleure méthode de désulfuration de la houille.

Dans la fabrication du coke en grand, on a affaire non-seulement aux matières minérales de la houille, mais encore aux schistes des parois, aux pyrites des filons, qu'il est impossible d'éliminer complétement dans l'extraction.

Il est donc fort rationnel d'avoir appliqué à ces produits le traitement employé depuis des siècles pour la préparation par voie humide des minerais. La préparation humide ou lavage de la houille est fondée sur la différence de densité existant entre la houille pure et les matières étrangères qui l'accompagnent. Pendant que la densité de la houille n'est que de 1, celle du quartz, du spath calcaire, des schistes, est de 2 à 2,7, celle des pyrites de 3 à 4. Il en résulte que dans un courant d'eau, ces dernières matières seront entraînées moins loin et se déposeront plus tôt que la houille.

D'autre part, si on les jette dans un réservoir, en vertu de leur densité plus grande, elles atteindront le fond plus tôt que la houille. On effectue donc à l'aide de la simple différence de densité et de l'action de l'eau un triage mécanique, produit maintenant par de nombreux appareils laveurs tels que ceux de Baetmadoux, Lacretelle, Meynier, Bessemer, etc.

Nous n'avons pas à traiter ici les procédés de fabrication du coke de gaz lumière, obtenu par distillation en cornues. Nous ne devons nous occuper que de la fabrication par carbonisation en meules et en fours.

Dans les anciennes meules, la houille est réduite en morceaux d'un décimètre cube, qu'on range sur un plan horizontal, de façon à former un cône tronqué, qu'on recouvre de terre humide et qu'on dispose à peu près comme les meules de bois dans les forêts. Au bout de quelques jours de feu, on obtient 40 $^0/_0$ de coke. Mais ce procédé ne peut être appliqué qu'à des houilles grasses. On peut cependant le perfectionner et le rendre propre à la carbonisation des houilles sèches en employant une disposition due à Wilkinson; consistant dans l'adjonction d'une cheminée centrale en maçonnerie, percée de trous à sa base. Le feu est mis à la houille par cette cheminée et les produits de la combustion suivent exactement la même marche que celle décrite pour les fosses chinoises à carboniser les bois, le courant d'air frais marche donc du combustible extérieur au combustible central, cet air étant privé d'oxygène en arrivant vers le centre ne peut oxyder ni brûler trop rapidement cette partie centrale. Aussi on obtient par ce procédé un rendement qui s'élève à 60 $^0/_0$.

Carbonisation en fours. — Les fours qu'on emploie à cet usage sont construits en suivant deux principes différents. Ils sont construits sans circulation et sans utilisation de la chaleur des gaz produits; ou bien cette chaleur est utilisée pour chauffer la houille à carboniser au moyen de conduits passant sous la sole du four et dans ses parois verticales.

Les fours sans circulation rendent environ 45 $^0/_0$ et les fours à soles chauffées donnent en moyenne 75 $^0/_0$.

Les méthodes les plus perfectionnées donnant encore une perte de 25 $^0/_0$ du poids de la houille, il est fort désirable de voir les emplois du coke restreints aux seules industries qui ne peuvent s'en passer, et on doit chercher par tous

les moyens pratiques, à remplacer ce coûteux combustible par la houille ou les agglomérés. La substitution de ces derniers combustibles au coke anciennement consommé par les locomotives, a permis aux compagnies des chemins de fer français, de réaliser près de 50 % d'économie sur la dépense du combustible, (Jacqmin).

Cette économie considérable ainsi officiellement bien constatée, indique assez toute l'importance des bénéfices à réaliser de ce côté pour beaucoup d'industries employant le coke sans une nécessité bien reconnue. Le mètre cube de coke de four pèse ordinairement 400 kilog. A Paris le coke de gaz pèse de 300 à 350 kilog. le mètre cube.

La composition des cokes dépend des houilles dont ils proviennent. On peut compter cependant qu'ils contiennent en général 85 % de carbone.

La teneur en cendres est très-variable elle s'abaisse à 2 %, et atteint parfois 28 % pour les cokes de gaz de Paris, ce qui est très-élevé.

D'après M. de Marsilly, le coke convenablement éteint ne contient que 2 à 3 % d'eau. Complétement sec il n'absorbe que 2 % d'humidité dans l'air humide.

Mais ce qui est fort remarquable, c'est qu'il peut absorber par arrosage ou immersion jusqu'à 51 % d'eau.

On comprend toute l'importance de ce fait pour les achats de coke traités au poids, et la diminution considérable causée par l'eau à la puissance calorifique du coke humide.

On admet que la puissance calorifique du coke sec est égale à la quantité de carbone qu'il contient. Les cokes de four produisant de 2 à 15 % de cendres leur puissance calorifique varie de 6800 à 7900 calories le kilogramme, soit en moyenne 7350.

La puissance calorifique du coke de gaz de Paris peut à cause de sa grande teneur en cendres, 28 %, s'abaisser jusqu'à 5800 calories seulement par kilog.

Nous admettons 6000 calories par kilog., comme pouvoir calorifique moyen du coke de gaz.

Combustibles liquides. Pétroles bruts (1). — On admet généralement que le pétrole est d'origine organique, et qu'il aurait été produit par la décomposition des végétaux. Cette opinion est fondée sur la composition chimique du pétrole qui contient des carbures d'hydrogène en quantité considérable, tandis que les proportions d'oxygène et d'azote y sont faibles. Cependant si le pétrole avait bien une origine organique et s'il s'était réellement formé dans les gisements où on l'exploite, on devrait rencontrer dans ces gisements une grande quantité de débris organiques. Or, c'est précisément ce qui n'a pas lieu. Un savant chimiste russe, M. Mendeleeff, après un examen microscopique des pétroles récemment extraits n'y a même jamais constaté la moindre trace de tissus organiques ou cellulaires, et il s'est convaincu par de longues études faites en Europe et en Amérique, que le pétrole est un produit d'origine volcanique et minérale.

Un savant géologue français, M. de Chancourtois, a été conduit à la même hypothèse, par l'étude des directions des alignements des principaux gîtes de naphte, de pétrole et d'asphalte, des diverses parties du globe, qui suivent un tracé conforme aux théories géologiques de M. Elie de Beaumont.

Une expérience récente, due à un chimiste français, M. Byasson, vient également appuyer cette hypothèse. M. Byasson prend un tube de fer qu'il chauffe

(1) Consulter au sujet des pétroles raffinés, des huiles minérales et des goudrons, les articles de MM. Servier et Guerout, sur l'*Éclairage* et la *Teinture*.

au rouge blanc, après y avoir introduit du fer; il fait passer à travers ce tube rougi un mélange de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, et il obtient en opérant ainsi, une certaine quantité de carbures liquides, comparables en tout au pétrole naturel.

Le pétrole d'Amérique au moment où il sort du sol, possède une température de 30°. Sa densité varie entre 0,8 et 0,9. Il est ordinairement trouble, sa coloration est brune. L'odeur forte et pénétrante qu'il exhale provient des combinaisons sulfurées, phosphorées et arsénicales associées au pétrole dont l'odeur masque celle de l'huile. Le pétrole du Canada d'une teinte foncée est surtout remarquable par sa viscosité et son odeur repoussante. Le pétrole de Pensylvanie généralement plus léger, est plus transparent et plus fluide; sa couleur varie du vert au brun olivâtre. En certains points il est même naturellement clair et limpide, et on peut l'employer à l'éclairage, sans épuration. Certaines variétés d'huiles de pétrole ne fournissent pas de gaz, tandis que d'autres en dégagent à 40°, et même à la température ordinaire.

Ces gaz sont très-inflammables et donnent avec l'air des mélanges détonants qui peuvent se former rapidement par simple évaporation, comme le prouvent les résultats suivants : Du pétrole brut de Pensylvanie, exposé à l'air libre dans une chambre maintenue à 16° avait perdu de son poids, 25 % en huit jours, 30 % en quinze jours, et 35 % en six semaines. A partir de ce moment le poids resta constant.

Dans un local à 7° seulement, la perte fut de 6 % le premier jour, de 20 % en quatorze jours et resta ensuite insensible. Ces expériences mettent en évidence le danger que peuvent courir les personnes qui pénètrent avec une lumière dans les dépôts de pétrole.

Une autre série d'accidents redoutables peut être causée par la grande dilatation des huiles de pétrole, dont le coefficient est beaucoup plus fort que celui des autres liquides (S. C. Deville).

Il résulte de là qu'il est essentiel de ne pas remplir entièrement les barils destinés aux transports du pétrole. Car si le liquide occupait tout l'espace par un temps froid, il arriverait forcément que par un temps chaud, le pétrole venant à se dilater avec une force énorme, romprait en éclats les fûts les plus solides et que la chaleur produite par l'explosion du fût serait plus que suffisante pour enflammer le pétrole et amener un embrasement général du dépôt tout entier. Nous avons été personnellement témoin de deux accidents terribles produits dans le port du Havre sur des chalands chargés de pétrole, dont l'explosion eut lieu à quelques jours d'intervalle pendant les grandes chaleurs et tous deux à la même heure, midi environ, instant du maximum de rayonnement solaire, et il ne nous paraît pas douteux que la dilatation du pétrole n'ait seule pu causer ces redoutables incendies d'une violence inouïe.

Le pétrole et les huiles minérales se brûlent dans des foyers spéciaux dont le principe est dû à M. Audoin, qui fit les premiers essais de chauffage industriel en France. Cet appareil modifié par S. C. Deville, consiste en une plaque de fonte qui prend la place de la porte du foyer. Cette plaque est percée de fentes verticales donnant accès à l'air comburant; l'huile distille sur la paroi intérieure de la plaque munie de rigoles où elle s'écoule en filets réglés en vitesse et en volume au moyen de robinets.

L'air qui afflue dans le foyer détermine la production d'une flamme vive et courte, dont la température est fort élevée, car à une distance assez grande en dehors de cette flamme on peut encore porter le platine au rouge.

Les essais faits à bord du Puebla, ont montré que ces foyers sont d'une conduite facile et qu'ils procurent une vaporisation abondante et rapide,

S. C. Deville, a fait sur les machines locomotives du chemin de fer de l'Est, des essais qui ont obtenu un succès complet.

Quand les mécaniciens savent manœuvrer le robinet d'introduction de l'huile et le clapet d'air, on obtient des résultats véritablement extraordinaires. Aucune fumée ne sort de la cheminée, la vaporisation marche avec une grande facilité et augmente avec la vitesse de la machine.

Il est infiniment plus facile de régler la combustion des huiles de pétrole que celle de la houille, et on arrive ainsi à des résultats industriels très-favorables à l'emploi du pétrole. S. C. Deville estime qu'avec 1 kilogramme d'huile de pétrole on peut vaporiser 16 kilogrammes d'eau, c'est-à-dire le double de ce qu'on obtient avec la houille.

La puissance calorifique des huiles de pétrole est d'environ 10,000 calories par kilogramme (S. C. Deville).

Combustibles gazeux. — Il est prouvé par les résultats de nombreuses analyses, qu'il est impossible de brûler les combustibles solides, de manière à transformer tout leur carbone en acide carbonique, sans appeler dans le foyer beaucoup plus d'air que n'en exigerait théoriquement cette transformation. Plusieurs causes en effet s'opposent à ce qu'il en soit ainsi. D'abord l'air comburant et le combustible ne sont pas de même nature physique, et leur mélange n'est point complet, l'air filtre à tr[illegible] les morceaux de combustible en filets plus ou moins volumineux d[illegible] contour extérieur est seul en contact avec le combustible. La partie centrale et froide de ces filets d'air ne touchant pas le combustible peut s'échapper sans s'y être mélangée ou combinée.

Il en est de même des filets de gaz combustible qui distille sur la grille, leur partie extérieure est seule en contact avec l'air, et le centre du filet de gaz combustible ne peut entrer en combinaison puisqu'il est séparé de l'air comburant par une gaîne d'acide carbonique.

Il en résulte que l'affinité chimique des gaz est fortement empêchée par la présence de ces gaînes de gaz inertes, qui forment chacune un obstacle sérieux à la combinaison des gaz et à leur combustion.

Il suit de là qu'il est impossible avec les combustibles solides de réaliser les hautes températures que l'on obtiendrait si on pouvait les brûler complétement avec le volume d'air rigoureusement nécessaire à la combustion. Ainsi en brûlant la houille, on ne peut guère développer dans les foyers ordinaires qu'une température d'environ 1500°, tandis que si la combustion pouvait avoir lieu sans excès d'air, on réaliserait facilement des températures de 2000 à 2500°.

Les combustibles gazeux n'ont pas ces défauts, ils brûlent complétement sans qu'on soit obligé de les mettre en contact avec un excès d'air; car leur nature physique étant la même que celle de l'air, le mélange est intime et l'affinité chimique est fortement augmentée par le contact rapproché des molécules à combiner.

Le combustible étant déjà à l'état de vapeur il n'y a pas non plus alors une disparition de chaleur causée par le passage de combustible de l'état solide à l'état gazeux et par suite la température de combinaison est plus élevée et elle se soutient plus longtemps, ce qui aide beaucoup à la combustion complète, car l'affinité chimique est fortement augmentée par une bonne température (1). On voit donc que les conditions nécessaires à une bonne combustion : contact intime, haute température et affinité chimique sont complétement réalisées par

(1) Il ne saurait être question ici des températures extrêmes où commence et se produit la dissociation.

l'emploi des combustibles gazeux, et on comprend l'intérêt qui s'attache à ces combustibles et aux appareils gazogènes qu'on emploie pour les obtenir.

Gazogènes. — L'ingénieur français Philippe Lebon, est le premier qui ait cherché à produire et à utiliser industriellement les gaz obtenus par la distillation des bois.

Il se proposait en effet de réaliser non-seulement l'éclairage artificiel, dont nous n'avons pas à nous occuper ici, mais encore il voulait obtenir de son *thermolampe*, de la chaleur et de la force motrice. Lebon, assassiné à Paris en 1804, n'eut pas le temps de réaliser ce vaste programme, et ce fut l'anglais Murdoch, qui eut la gloire de produire par ses appareils, un gaz éclairant tiré de la houille.

Mais ce gaz était d'un prix trop élevé pour qu'on pût s'en servir économiquement comme moyen de chauffage.

Il restait donc à trouver des procédés et des appareils plus simples et moins coûteux, produisant des gaz non épurés, à un prix assez bas pour les applications industrielles du chauffage.

Deux ingénieurs français, Thomas et Laurens, ont les premiers trouvé des appareils pratiques et suffisamment économiques pour produire des gaz à bon marché.

Voici la disposition de leurs appareils : Le combustible est placé dans un fourneau ayant intérieurement la forme d'un cylindre vertical, fermé à la partie supérieure et muni d'une trémie destinée à opérer le chargement sans produire d'interruption dans l'écoulement du gaz. L'air comprimé par une soufflerie est lancé dans une ou plusieurs tuyères établies au bas du fourneau, où il se combine avec le charbon, en formant principalement de l'oxyde de carbone.

Le fourneau du générateur de gaz doit avoir assez de hauteur pour que tout l'oxygène de l'air se transforme en oxyde de carbone. Cette hauteur varie entre 1 et 3 mètres; la plus petite convient au charbon de bois, à la tourbe, au coke, aux anthracites, aux houilles sèches, lignites, et même aux houilles demi-grasses. Les houilles grasses qui s'agglomèrent fortement au feu doivent être mélangées avec du coke ou des houilles maigres.

Un ingénieur français, Ebelmen, qui a beaucoup contribué à perfectionner ces gazogènes, avait établi aux forges d'Audincourt, des appareils marchant uniquement avec des déchets de halle à charbon et des résidus combustibles presque sans valeur, produisant ainsi du gaz dans des conditions très-économiques.

Malgré les avantages que présente la formation directe des gaz, ce mode de combustion se propageait difficilement à cause de la quantité notable de force motrice exigée par la soufflerie d'air, et des dépenses considérables causées par l'installation de cette soufflerie qui devait marcher à des pressions élevées, 25 à 40 centimètres d'eau. Mais les récents travaux de Siemens, Ponsard, Périssé, Lencauchez, Fichet et Muller; ayant nettement prouvé qu'avec leurs appareils de production et de chauffage au gaz, on pouvait se passer complétement de soufflerie, il y a maintenant un mouvement prononcé dans beaucoup d'industries vers l'application générale du chauffage au gaz.

On obtient en effet par ce chauffage rationnel, de nombreux et puissants moyens de produire avec économie des températures fort élevées, de grandes facilités pour la conduite régulière et constante de la combustion, une fumivorité parfaite et enfin ce qui est le plus important une combustion complète, c'est-à-dire l'utilisation méthodique de la totalité du pouvoir calorifique des combustibles, même des plus pauvres, tels que la tourbe et les escarbilles.

Pour obtenir le tirage nécessaire à tous ces nouveaux gazogènes, on les établit en contre-bas des foyers de chauffage, ce qui donne aux gaz produits une certaine pression, suffisante pour les faire parvenir aux brûleurs, où ils se mélangent, soit à l'air froid comburant, soit à de l'air comburant chauffé par des récupérateurs qui empruntent eux-mêmes leur chaleur à celle des gaz de la combustion qui circulent dans leurs galeries avant de s'échapper dans l'atmosphère.

On obtient par ces appareils, des résultats économiques déjà très-satisfaisants et que nous croyons encore susceptibles d'amélioration, car on travaille de toute part à perfectionner ces méthodes de combustion, qui paraissent appelées à remplacer les systèmes actuels de chauffage dans un grand nombre d'industries.

Puissances calorifiques des gaz. — La composition des gaz produits par les gazogènes varie avec l'espèce et la qualité des combustibles employés, et par suite, il en est de même pour la puissance calorifique totale des gaz obtenus, dont on ne peut connaître la valeur précise que par des analyses nombreuses; analyses rendues fort commodes et très-promptes par l'emploi de l'appareil de l'ingénieur Orsat, qui rend de grands services dans ces recherches, devenues tellement faciles, grâce à cet appareil, qu'on peut maintenant les faire opérer par de simples ouvriers.

Cet appareil si précieux vient d'être récemment perfectionné par l'ingénieur Salleron, qui l'a rendu plus maniable et d'un transport plus facile.

Les gaz produits dans les gazogènes se composent pour la plus grande partie d'oxyde de carbone CO, dont la puissance calorifique est égale à 2403 calories le kilogramme. Ils contiennent en outre les gaz suivants :

L'hydrogène H, dont la puissance calorifique est égale à 34462 calories le kilogramme, vapeur condensée, et égale à 29000 calories seulement le kilogramme, quand on ne condense pas la vapeur d'eau produite par sa combinaison avec l'oxygène.

L'hydrogène carboné C^2H^4, dont la puissance calorifique est égale à 13063 calories le kilogramme, avec condensation, et à 11700 calories le kilogramme, sans condensation.

L'hydrogène bicarboné, C^4H^4, dont la puissance calorifique est égale à 11857 le kilogramme, avec condensation de la vapeur formée, et à 11080 le kilogramme, sans condensation de la vapeur.

Gaz de l'éclairage ou gaz-lumière. — Malgré son prix fort élevé $0^f,30$ le mètre cube à Paris, on emploie beaucoup aujourd'hui le gaz-lumière pour le chauffage domestique, la cuisine et dans la petite industrie.

Nous croyons donc utile de faire connaître la puissance calorifique de ce gaz. Sa composition chimique est à peu près constante, car elle est l'objet de fréquentes vérifications officielles, on peut donc aussi compter sur la constance de son pouvoir calorifique. Payen a donné dans son *Précis de chimie industrielle*, les résultats de cinq analyses de ce gaz dont la composition moyenne donne :

Pour 100 volumes :

$$C^4H^4 = 8,8;\ C^2H^4 = 57,7;\ H = 21,2;\ CO = 7,7;\ Az = 4,6.$$

Ce qui produit en poids :

$$C^4H^4 = 11,052;\ C^2H^4 = 41,947;\ H = 1,901;\ CO = 9,671;\ Az = 5,796.$$

En multipliant ces poids par les puissances calorifiques de chacun des gaz, on obtient, en ajoutant les produits, le nombre 7684 calories. On peut donc

admettre que la puissance calorifique du mètre cube du gaz de l'éclairage de Paris est très-voisine de 7700 calories, en condensant les vapeurs produites par la combustion de l'hydrogène.

Le poids de ce mètre cube égale environ 0k,700 grammes (Payen), il en résulte que le kilogramme du gaz parisien donne une puissance calorifique égale à $\frac{7700}{0,7} = 11,000$ calories, vapeurs condensées. Sa densité égale $\frac{0,7}{1,3} = 0,538$.

Si la vapeur produite par la combustion de l'hydrogène s'échappait sans être condensée, ce qui se produit assez fréquemment dans les appareils de chauffage, il faudrait pour obtenir la puissance calorifique du gaz parisien, multiplier les poids ci-dessus par les puissances caloriques des gaz indiqués pour ce cas. Il viendrait alors comme somme des produits le nombre 6814 calories, qui représente la puissance calorifique du mètre cube de gaz parisien sans condensation de la vapeur.

En divisant ce nombre par 0k,7, on obtient enfin 9734 calories pour la puissance calorifique du kilogramme de gaz parisien sans condensation de la vapeur (A. Wazon).

Nous nous sommes un peu appesanti sur ces calculs pour faire comprendre qu'ils sont très-simples et qu'avec un peu d'ordre, il est facile de calculer rapidement la puissance calorifique des gaz, dont la composition est aujourd'hui facilement et rapidement obtenue à l'aide de l'appareil Orsat-Salleron, qui donne en pratique des résultats très-suffisants pour les industriels appelés à s'en servir pour les analyses des gaz de la combustion dans tous les foyers, les cheminées et les gazogènes. Il est en effet de la plus haute importance d'étudier la marche et les produits de la combustion dans tous les appareils destinés à produire ou utiliser la chaleur, ces études permettent seules de bien se rendre compte des pertes souvent très-élevées causées par une combustion défectueuse et incomplète. Il faut bien se persuader qu'une cheminée, tout en pouvant donner issue à des gaz incolores qu'on pourrait croire parfaitement brûlés, peut cependant laisser passer des gaz hydrogène et oxyde de carbone *tout à fait transparents*, et cependant très-riches en éléments combustibles. Nous rappellerons en effet en y insistant tout particulièrement, qu'un kilogramme de carbone produit par sa combustion complète une puissance de 8080 calories, quand il est transformé entièrement en acide carbonique, CO^2; et que le même kilogramme de carbone auquel l'oxygène a manqué et qui n'a pu que se transformer en oxyde de carbone, CO, ne donne que 2473 calories.

Ainsi par cette mauvaise combustion, ce manque d'air ou d'oxygène, non-seulement on fabrique en abondance de l'oxyde de carbone, qui est un gaz délétère très-pernicieux, mais encore on perd par kilogramme de carbone consumé, une quantité de chaleur capable d'élever de 1 degré un volume de 5607 litres d'eau; c'est-à-dire que l'on perd plus *du double* de ce que l'on recueille en chaleur, et que *2473 kilogrammes* de charbon se brûlant complétement en se transformant en *acide carbonique* produisent juste autant de chaleur que *8080 kilogrammes* qui ne se convertiraient qu'en *oxyde de carbone* (Silbermann).

Ces graves considérations sur l'économie du combustible sont, nous le croyons, assez importantes pour décider les industriels à faire pratiquer fréquemment les analyses des gaz de leurs appareils de chauffage, afin d'être éclairés sur les pertes qui pourraient s'y produire et d'être à même d'y porter remède en les supprimant méthodiquement.

Fumivorité. — La théorie de la formation de la fumée est encore fort obscure. On admet qu'il doit y avoir plusieurs causes principales qui seraient : le

manque d'air, le refroidissement rapide des gaz à combiner, ce qui amène l'extinction de la flamme, ou le refroidissement des gaz combinés produisant des dissociations donnant lieu à des dépôts de carbone. Il peut aussi se produire des combinaisons nouvelles parmi les gaz qui distillent, et ces nouvelles combinaisons d'atomes peuvent laisser libres des parcelles de carbone qui n'auraient pu trouver place dans les nouveaux groupements atomiques.

Il est à peu près certain que toutes ces causes interviennent et qu'il faut éviter le manque d'air, et le refroidissement des gaz avant leur complète combustion. Pour éviter le manque d'air il faut charger les grilles à intervalles rapprochés et par petites charges, il faut bien veiller au nettoyage des grilles et enfin pour les grands foyers il faudrait introduire de l'air en dessus du combustible du côté de l'autel, afin de pouvoir oxyder les gaz distillés qui s'échappent vers la cheminée. Il faut cependant bien veiller à ne pas introduire cet air en excès, car il y aurait là une cause de refroidissement assez intense. Pour éviter le refroidissement des gaz avant leur complète combustion, il faut bien se garder de les mettre en contact des corps à échauffer pendant toute la durée de leur combustion, il faut donc ménager pour ces gaz des espaces assez vastes pour que la combustion puisse s'y faire complétement avant la mise en contact des corps à échauffer, d'où la nécessité des *chambres de combustion*, où les gaz à brûler sont maintenus très-chauds pendant toute la durée de la combustion.

On obtient ces espaces ou ces chambres par différents procédés qui dépendent de la nature des combustibles employés. Ainsi, on a reconnu que les générateurs de vapeur chauffés au bois doivent avoir des grilles de foyer placées à une distance relativement grande des surfaces de chauffe des bouilleurs et des chaudières, $1^{m},20$. Si on rapproche ces grilles à bois, l'effet utile diminue fortement et il se produit de la fumée causée par le refroidissement des gaz avant leur combustion complète.

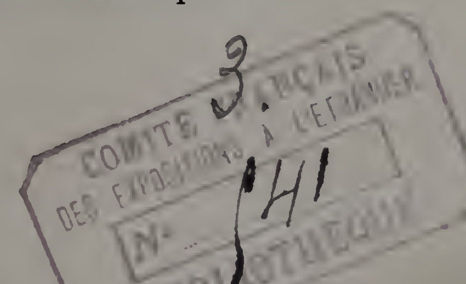
Il peut se produire les mêmes effets dans les foyers à houille, où les grilles sont en général placées beaucoup trop près des surfaces des bouilleurs. M. l'ingénieur Quéruel a obtenu d'excellents résultats d'une chaudière placée très-loin de la grille, avec échappement des gaz au niveau du sol. Un grand nombre de foyers pourraient être ainsi améliorés, rien qu'en abaissant leurs grilles et cendriers, ce qui est presque toujours facile, et peut donner lieu à d'importantes économies de combustible.

Ces chambres de combustion sont même nécessaires dans le chauffage au gaz. MM. les ingénieurs Muller et Fichet, ont été amenés à la suite de leurs études expérimentales, à brûler les gaz dans des chambres en terre réfractaire, avant de les mettre en contact avec les parois des générateurs ; si cette disposition était négligée on obtiendrait des pertes de gaz combustibles et même de la fumée, en employant le chauffage au gaz, qui est cependant le chauffage méthodique par excellence, et qu'il suffit d'employer avec intelligence pour obtenir une fumivorité complète. Les industries métallurgiques et céramiques sont largement entrées dans cette voie, elle leur permet depuis quelques années d'obtenir une fumivorité absolue et des économies notables.

La quantité de noir de fumée lancée dans l'atmosphère par les foyers non fumivores paraît à la première vue très-considérable, elle est cependant minime.

M. Scheurer-Kestner a pu la mesurer avec précision, grâce à d'ingénieux procédés, et il ne l'estime qu'à 1 °/₀ au maximum avec des houilles très-fumeuses chargées en grandes quantités. Il y a loin de ce faible chiffre aux économies énormes promises par les inventeurs d'appareils fumivores, qui prétendent obtenir 25 et 50 °/₀ de bénéfice.

Il y a cependant lieu de tenir compte de l'influence fâcheuse causée par les



dépôts de fumée et de suie sur les parois des génératenrs et réchauffeurs. Ces dépôts de suie non conductrice ont en effet assez d'influence sur la production de la vapeur.

M. W. Grosseteste, à la suite d'expérience spéciales sur l'effet utile d'un réchauffeur de Green, a pu en évaluer l'importance, et il a trouvé que les dépôts de suie produits sur le réchauffeur seulement, diminuaient de 8 °/₀ le rendement total du générateur.

Si la surface totale de ce générateur avait été constamment tenue propre, il est probable que le rendement total eut été augmenté de 10 à 12 °/₀; augmentation assez importante pour qu'il y ait lieu d'y avoir égard et qui vient encore à l'appui du chauffage obtenu sans fumée, car les nettoyages à moins d'être *absolument continus*, n'empêchent point cette perte.

M. W. Grosseteste s'est en effet assuré expérimentalement, qu'en quelques heures seulement, le dépôt de suie atteint son maximum d'effet nuisible; les nettoyages ordinaires sont donc tout à fait insuffisants, et pour empêcher cette perte, il n'y a guère d'autre procédé pratique que la combustion opérée sans fumée dans des foyers bien disposés.

Nous ne pouvons entrer ici dans la description des appareils fumivores, car il nous faudrait des volumes pour en parler avec les détails suffisants.

Il n'est peut-être pas de question qui ait donné lieu à plus d'inventions, dans tous les pays industriels, elles se comptent par milliers de brevets et il nous est impossible, on le comprend, d'en parler même sommairement ici.

VALEUR COMPARÉE DES COMBUSTIBLES.

Pour comparer les combustibles sous le rapport de leur prix de revient, il faut considérer leur puissance calorifique spéciale par kilogramme, et la valeur commerciale de ces combustibles sur le marché que l'on a en vue.

Nous indiquons dans le tableau ci-dessous la puissance calorifique et la valeur vénale des principaux combustibles employés à Paris.

	PUISSANCES calorifiques.	PRIX du kilogr. à Paris.
Bois moyen à 30 °/₀ d'eau	2,500 cal.	0f048
Charbon de bois	7,000	0,18
Charbon de tourbe	6,600	0,12
Houille	8,000	0,048
Coke de four	7,350	0,07
Coke de gaz = 2f,35 l'hecto de 32k,5	6,000	0,072
Agglomérés	8,000	0,048
Briquettes perforées	6,000	0,053
Charbon de Paris	6,000	0,12
Pétrole brut	10,000	0,15
Pétrole raffiné	10,000	0,60
Gaz-lumière	7,700 le m^3	0,30 le m^3

A l'aide de ces chiffres nous avons formé le tableau suivant, qui donne le prix de revient de dix mille calories, à Paris, pour les combustibles considérés, et le rapport de ce prix à celui de la houille, le moins cher de tous.

Prix de revient de 10,000 calories à Paris.

	LES 10,000 calories.	RAPPORT avec le prix de la houille pris pour unité.
Bois	0f200	R = 3,2
Charbon de bois	0,257	R = 4,3
Charbon de tourbe	0,182	R = 3
Houille	0,06	R = 1
Coke de four	0,095	R = 1,58
Coke de gaz	0,12	R = 2
Agglomérés	0,06	R = 1
Briquettes perforées	0,088	R = 1,46
Charbon de Paris	0,20	R = 3,33
Pétrole brut	0,15	R = 3,1
Pétrole raffiné	0,60	R = 10
Gaz-lumière	0,39	R = 6,5

Il résulte des chiffres ci-dessus, des conséquences importantes pour le choix des combustibles à employer. Ainsi, nous voyons d'abord que la houille et ses agglomérés sont les combustibles les moins chers. Que le coke de gaz dont on vante souvent le bon marché, est au contraire deux fois plus cher que la houille, tout en étant plus encombrant par son volume. Nous pouvons constater aussi que le bois moyen, coûte 3,2 fois plus que la houille.

Si donc on l'emploie dans les foyers ouverts de nos cheminées ordinaires d'appartement, ne chauffant que par simple rayonnement, il coûtera 6,4 fois plus cher que la houille; car on sait qu'il rayonne deux fois moins que cette dernière, 0,25 au lieu de 0,5 (Péclet).

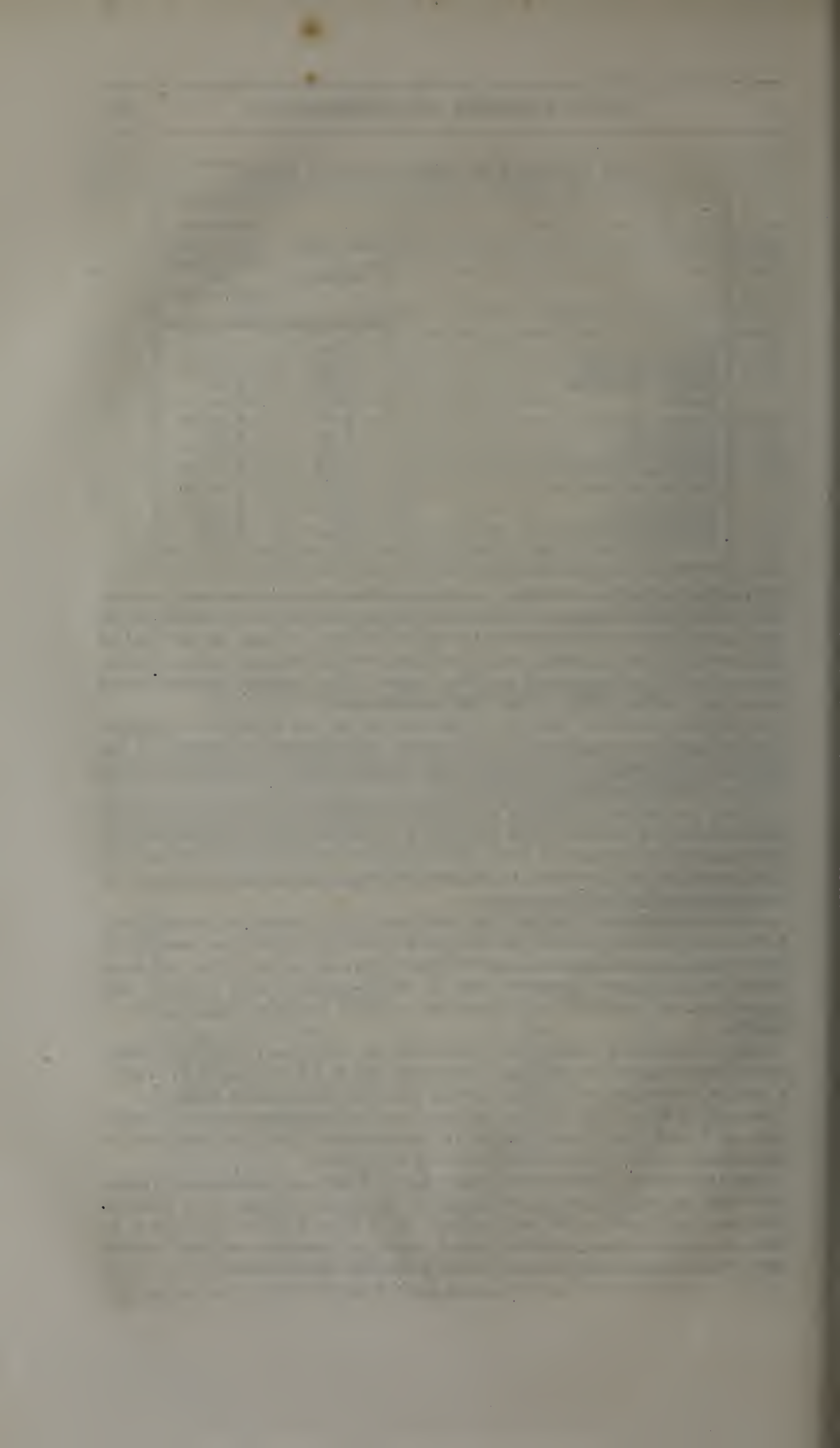
Si dans ces mêmes cheminées on voulait employer le gaz-lumière dont le rayonnement des flammes n'est que de 0,17 environ soit 1/3 seulement du rayonnement de la houille, il reviendrait à un prix $= 6{,}5 \times 3 = 19{,}5$ soit près de 20 fois le prix de la houille. Ce résultat théorique qui paraît surprenant, est cependant confirmé par l'expérience.

Ainsi, un constructeur de Paris, fort intelligent et fort instruit sur ces matières, M. Wiesnegg, nous a dit avoir été forcé de renoncer à chauffer son magasin de la rue Gay-Lussac, au moyen d'une cheminée à gaz de son invention, fort ingénieuse et parfaitement combinée pour le rayonnement; il s'est vu forcé, bien malgré lui, de remplacer cet ingénieux appareil par une simple grille à houille.

Enfin, si on voulait chauffer ces cheminées en employant le pétrole raffiné dont le rayonnement des flammes n'est aussi que le 1/3 de celui de la houille, le prix de revient deviendrait égal à $10 \times 3 = 30$ fois celui de la houille.

On saisit donc, à l'aide de ces quelques exemples pratiques, toute l'importance qu'il peut y avoir au point de vue économique, d'un choix raisonné des combustibles suivant leurs emplois distincts et spéciaux.

Nous terminerons donc ici la 1re partie de ces Études, en insistant sur l'attention toute particulière qu'on doit apporter au choix raisonné et à l'emploi rationnel et méthodique des combustibles, afin d'éviter d'inutiles dépenses et de ménager nos précieuses réserves fossiles, dont la disparition anticipée entraînerait forcément la chute de nos grandes industries Européennes.



LA SERRURERIE

PAR M. FRANÇOIS HUSSON, ARCHITECTE

SOMMAIRE.

AVANT-PROPOS.

Nous avons voulu faire précéder notre travail de quelques lignes que nous présentons à nos lecteurs comme un abrégé de l'histoire peu connue de la serrurerie depuis les temps antiques jusqu'à l'époque actuelle.

Que ne pouvons-nous faire voir de plus près les braves artisans de ce corps de métier, qui dotèrent nos villes et leurs édifices de tant d'ouvrages remarquables, qui furent souvent des chefs-d'œuvre! Mais on le sait, les ouvriers auxquels on doit ces beaux travaux, étaient mis jadis impitoyablement à l'écart. Ce n'est que de nos jours que l'on a senti quelque remords de cette ingratitude, et que l'on a proclamé la nécessité d'être juste et équitable à l'égard de ceux qui créent réellement.

Nous ne pouvons donc, à notre profond regret, indiquer dans cette étude, les noms de ceux qui illustrèrent autrefois l'art de la serrurerie ; à part le légendaire Biscornet, rien ne rappellera la mémoire des ouvriers-artistes dont nous parlons, que l'existence prolongée de leurs œuvres.

Pour nous, enfant du métier à l'aide duquel l'homme lutte avec le plus rude et le plus fort de tous les métaux en arrivant à le plier et à le façonner à sa guise, c'est le cœur plein de tristesse que nous nous voyons forcé d'être ingrat malgré nous. A chaque découverte d'une œuvre remarquable, nous voudrions apposer un nom, ce qui est impossible, si ce n'est pour la période du siècle dernier.

Aujourd'hui le progrès règne sans partage. Le producteur a sa personnalité. Il a enfin conquis sa liberté, du moins les derniers combats à livrer seront relativement faciles. Que n'obtiendra-t-il pas de ce nouvel état de choses ! L'ignorance, sur laquelle, il faut le dire à leur honte, comptent encore quelques arriérés, disparaîtra bientôt pour toujours.

Le goût des arts qui ne peut s'établir que dans un pays complétement maître

de lui-même, au milieu de citoyens qui, certains de leurs destinées, peuvent s'adonner franchement à l'étude, afin de s'élever à la hauteur de leur époque, va se développer de plus en plus. Dans ce mouvement, dans cette lumière que nous voyons s'approcher, la serrurerie d'ornementation saura tenir sa place. L'art oblige encore plus que la noblesse, ou plutôt, il est l'une des formes de la noblesse véritable.

Par extension, sous le nom de *serrurier*, on désigne l'artisan qui fait tous les travaux en fer, autres que ceux qui sont relatifs aux machines.

Le *serrurier en bâtiments* est spécialement l'ouvrier qui s'occupe des gros fers destinés à la construction, des ouvrages d'art destinés à l'ornementer, des ferrures des portes et des croisées, enfin des serrures.

Depuis la substitution du fer au bois dans la plupart des grands ouvrages des bâtiments, le *serrurier* est devenu constructeur. C'est à lui que nous devons ces remarquables travaux de charpentes métalliques qui couvrent nos gares de chemins de fer, nos halles de Paris et des autres villes. C'est dans les grands ateliers de nos serruriers modernes, véritables usines, que se fabriquent encore les ponts en fonte ou en fer, tubulaires ou non, les planchers de nos habitations, et bien d'autres ouvrages aussi importants. On a vu jusqu'à des maisons tout en métal sortir des ateliers des serruriers français, pour aller, après avoir traversé les mers, servir d'habitations dans les pays les plus lointains.

Cette industrie, plus florissante aujourd'hui que jamais, n'a pas toujours été ce que nous la voyons, cependant son histoire ne laisse pas que d'être intéressante à plus d'un titre. Le cadre restreint qui nous est ici dévolu ne nous permet pas de la donner complète; nous en indiquerons cependant les côtés les plus curieux et les plus utiles.

I. — LA SERRURERIE ET SES OBJETS D'ART

La serrurerie dans l'antiquité.

Qui pourra jamais dire à quel moment fut construite la première maison, ou tout au moins l'abri qui pouvait mériter ce nom? Il est bien évident que cette époque-là, si jamais elle peut être désignée, ne sera pas la même pour le Nord et le Sud, pour le levant et le couchant. Dans les contrées septentrionales, le climat froid, les hivers rigoureux forcèrent l'homme à se créer bien vite une retraite suffisamment close et par conséquent plus ou moins chaude; sous le beau ciel clément des régions fortunées du midi, la tente suffit au contraire, pour abriter leurs habitants.

Les peuples primitifs étant, comme on le sait, ou pasteurs, ou chasseurs, menaient une existence vagabonde. Leurs habitudes nomades exigeaient des demeures mobiles qu'ils pussent transporter facilement quand ils voyageaient pour gagner de plaines en plaines ou de forêts en forêts, les localités les plus fertiles et les plus productives. Dans ces temps reculés, il est donc certain que la tente seule, faite de peaux d'animaux, servait d'abri à l'homme qui habitait les pays chauds, ou tout au moins tempérés.

Mais dans les autres pays, moins favorisés de la nature, où l'homme encore presque nu, était exposé aux intempéries des saisons, il fallut trouver d'autres

demeures. A l'exemple des animaux qui se creusent des tanières, quand il ne trouva pas des trous et des cavernes naturelles pour s'y loger, l'homme se pratiqua des retraites dans le sein de la terre ou dans le flanc des montagnes. Comment s'enfermait-il alors, pour mettre en sûreté ses richesses, et pour se défendre contre les entreprises des bêtes féroces ou de ses ennemis ? Par les moyens les plus simples, sans doute ; une barrière informe faite de troncs d'arbres, un amas de grosses pierres fermait l'entrée de la demeure étrange où dormaient nos pères.

Quand les sociétés se formèrent, et commencèrent à tirer parti du sol, les hommes songèrent à se construire des abris plus commodes, plus solides et par conséquent plus durables. La hutte fut le résultat sans doute de leurs premiers efforts. Puis vint la cabane, refuge par excellence de l'agriculteur qui y vivait avec sa famille et trouvait le moyen d'y placer, tout auprès de lui, ses bestiaux et ses récoltes. Il est probable que ces cabanes avaient déjà beaucoup de ressemblance avec les chaumières de certains de nos pays. Elles étaient évidemment munies de portes que l'on savait fermer, mais par un moyen qui nous est inconnu.

Ces constructions rustiques étaient composées sans doute de charpentes grossières jointes par diverses méthodes. La terre fut le premier mortier qui boucha les interstices de leurs parois. Puis, on fabriqua, par le moyen du feu, avec de l'argile, les briques et les tuiles, que le soleil lui-même avait montré à préparer à l'homme, en séchant et cuisant même légèrement certaines terres grasses que le hasard avait fait découvrir.

Ensuite on réussit à tailler les pierres que la nature avait laissées à nu sur le sol, ou que l'on avait appris à trouver dans l'épaisseur du terrain. Puis on les assembla et on les assujettit au moyen de matières naturellement disposées à se durcir.

Quand l'homme se fut créé des maisons, des temples pour ses divinités, qu'il eut placé là ses objets les plus précieux, il pensa sérieusement à rester maître de ce qui composait sa fortune.

Parmi les peuples les plus anciens que nous connaissons aujourd'hui à peu près complètement, grâce aux recherches étonnantes de quelques vrais savants, il faut signaler en première ligne les Égyptiens, qui étaient en pleine civilisation, bien avant les temps indiqués par la tradition et les écrits sacrés. De temps immémorial, ce peuple connaissait le métal le plus utile de tous, nous voulons parler du fer qui leur fut indispensable pour exécuter les grands travaux de leurs premiers établissements construits sur les bords du Nil. Ces œuvres antiques remontent aux cataclysmes qui ont changé l'aspect de la surface de notre planète. Les peuples qui les créèrent tenaient peut-être d'un monde antérieur, disparu sous de terribles tempêtes, les connaissances dont l'étendue nous étonne aujourd'hui. Les arts sont comme de vastes foyers ; s'ils semblent éteints, il en reste longtemps encore quelque étincelle qui donne bientôt naissance à la flamme vivace.

Stimulé par le besoin, ensuite par l'émulation, l'homme, dans ces temps préhistoriques, ne pouvait rester inactif. De là, naissaient différentes découvertes et leurs applications. Les diverses industries qui florissaient dans l'Égypte ancienne étaient certainement très-avancées ; les artisans qui s'en occupaient ne pouvant jamais sortir de la condition où le sort les avaient placés, ni exercer un autre métier que celui de leur père. Cette division en castes, et l'obligation dont nous venons de parler, emmagasinait en quelque sorte chez eux, si l'on nous permet de parler ainsi, des trésors d'expérience qui constituèrent enfin la science des métiers.

Le sentiment de la propriété était très-répandu chez ce peuple. L'écrivain

philosophe Jamblique, parle de l'usage de mesurer la terre en Egypte, aux temps primitifs. C'est au moyen de l'arpentage que les habitants de ce pays déterminaient la part de chacun des détenteurs du sol.

Nous trouvons dans l'ouvrage de Caillaud, sur les arts et métiers égyptiens, la description de peintures funéraires représentant, entre autres choses curieuses, un atelier de fonderie. Le métal, figuré au milieu du feu, semble être le fer, à cause de sa coloration en bleu. (*Voyez* l'Introduction générale à nos *Études*, par M. Dufréné.)

La possession des objets considérés comme précieux, donne ainsi que nous l'avons déjà fait entendre, l'idée de les serrer, de les renfermer pour les soustraire aux regards des autres, et de les placer dans un lieu de sûreté. Quand les agglomérations de maisons furent devenues considérables au point de former des villes, il fallut songer à se protéger personnellement contre les entreprises criminelles. De ces diverses considérations naquit la nécessité de se clore. C'est alors qu'apparurent vraisemblablement les premières fermetures des maisons et des édifices.

Dans quelques monuments de la plus haute antiquité, que l'on nomme cyclopéens (1), on voit des portes dont les ouvertures sont formées par trois blocs de pierre dont deux dressés verticalement supportent le troisième placé horizontalement. L'art imagina bientôt les cintres. En Égypte, pays ou nous sommes forcé de revenir encore, à cause de la haute antiquité de ses ruines, les portes nous apparaissent en nous révélant leur style grandiose.

Les clôtures de ces ouvertures, auxquelles nous donnons le nom de *baies*, furent de tous temps généralement en bois; pour les maisons particulières, elles se composaient sans doute, d'assemblages de menuiseries grossières; mais pour les édifices publics, les portes extérieures devaient être formées de charpentes assemblées, et ornées de panneaux avec diverses figures se rapportant plus ou moins exactement à la destination du monument.

C'est ainsi que nous trouvons que certaines portes des monuments assyriens étaient composées des bois les plus précieux incrustés d'argent, d'ivoire, et de fer.

Plus tard, le bois ne fut pas seul employé pour la construction des portes; leurs battants furent quelquefois en métal, comme ceux du temple de Jupiter à Olympie, ou recouverts de plaques de bronze comme au Panthéon de Rome. D'autres portes, dont les vantaux sont de marbre, ont été découvertes dans les ruines d'Herculanum.

La porte ayant fait son apparition, fut bientôt garnie de ferrures. Il semble bien certain que, puisque l'on a trouvé dans l'édifice circulaire auquel on a donné le nom de trésor d'Atrée, à Mycènes, des clous de bronze distribués à toutes les hauteurs et dans toute l'étendue des parois circulaires, les portes d'entrée et celles donnant accès au caveau qui est taillé dans le roc, devaient fermer d'une manière exacte et très-sûre. Le monument dont nous venons de parler se voit encore, il a été construit de 1000 à 1500 ans avant J.-C.

Le serrurier existait donc dans ces temps lointains, celà est hors de doute. Nous le retrouvons, signalant cette existence de temps à autre. Ainsi, en étudiant l'architecture grecque, dont la cabane est évidemment le principe, nous voyons que les cercles de métal qui entouraient les colonnes primitives, (lesquelles étaient tout simplement des troncs d'arbres), ont donné l'idée des moulures de la base et du chapiteau (2). Scamozzi, célèbre architecte italien, suppose même

(1) A cause de leur origine. Les Cyclopes étaient un peuple arcadien ou pélasgique.
(2) Les Assyriens cerclaient aussi leurs colonnes, en les entourant de bandes de métal.

que ces cercles ajustés sur les deux extrémités du tronc pour empêcher le bois de se fendre étaient en fer, ce qui nous fait entrevoir clairement et le métier de l'artisan chargé de ce travail, et le genre de confection de cette sorte d'ouvrage.

C'était une vraie ruche que ce petit pays de la Grèce; l'industrie y brillait d'un vif éclat. Il y existait des fonderies, et les artisans d'un même métier étaient établis dans un quartier séparé des villes. A Sparte, les ilotes étaient renommés pour leur serrurerie; la quincaillerie venait d'Egine.

C'est vers 1500 avant J. C. que Cadmus, roi de Phénicie, apprit aux Grecs l'art de fondre et de travailler les métaux.

Avant d'inventer la serrure, on se servit de divers moyens pour empêcher tout autre que les maîtres du logis de pénétrer dans la maison. Ce moyen, nous apprend Millin, l'archéologue français mort en 1818, fut d'abord très-simple: on se contentait d'attacher la porte avec une corde dont le nœud l'arrêtait. Ce genre de fermeture, on le comprend, était bien peu sûr, et par trop primitif; on imagina bientôt de le remplacer par une traverse ou verrou de bois que supportaient deux liens de fer; un morceau de fer ovale, fixé dans ce verrou servait à l'arrêter sur la porte. Ce fer était creusé, et dans l'intérieur était un écrou à vis dans lequel s'adaptait une autre pièce de fer dont le bout était aussi à vis, et qui tenait lieu de clef. Pour ouvrir cette espèce de serrure, on vissait la pièce de fer ou clef dans le fer ovale creux, et on le retirait. La porte détachée du verrou s'ouvrait: tel était le procédé usité pour ouvrir, quand on était dans l'intérieur de la maison et qu'on avait à sortir. Pour fermer la porte, on remettait le verrou, et on y enfonçait la pièce de fer creux ovale ; mais pour pouvoir fermer et ouvrir la porte quand on était dehors, on passait la main par un trou pratiqué dans la porte, et on enfonçait la noix dans le verrou.

La serrure et la clef dont nous avons trouvé la description qui précède et qui malheureusement n'est pas très-claire, doivent avoir été inventées dès une époque très-reculée, sans que nous puissions la fixer. Toujours est-il que ce procédé pour fermer les portes existait avant la prise de Troie, (selon les marbres de Paros, cet événement eut lieu 1209 ans avant J.-C.) La Genèse et les Juges en font mention. Dans ce dernier livre, on voit *Aod*, venant d'assassiner le roi Eglon, fermer à *clef*, avec grand soin, les portes de la chambre. (Juges, IV, 23).

L'art du serrurier, l'un des plus utiles, des plus usités par conséquent, et des plus ingénieux que l'on connaisse, fit bientôt de très-grands progrès. Nous trouvons que les anciens imaginèrent une autre sorte de serrure à laquelle il fut donné le nom de *Lacédémonnienne*, probablement parce qu'elle avait été inventée à Lacédémone. Cette fermeture était composée d'un verrou de fer, qui, sans traverser toute la porte comme le verrou de bois de la serrure ci-dessus décrite, ne s'appliquait que du côté que la porte s'ouvrait, et dans l'intérieur de l'appartement: on avait substitué à la grande ouverture par laquelle nous avons vu que l'on passait la main, une petite entaille faite dans cette porte, on y introduisait la clef qui s'était perfectionnée au point d'avoir plusieurs dentelures, au lieu d'être cylindrique comme primitivement. Dans la suite encore, pour rendre la fermeture plus complète, on enferma la serrure dans une boîte de fer, mais ce ne fut que beaucoup plus tard que l'on vit cette sorte *d'encloisonnement.*

Le perfectionnement des clefs et des serrures ne cessa pas d'être progressif.

Les anciens avaient des clefs qui ressemblaient beaucoup à celles des modernes. Les Égyptiens qui faisaient usage de ces clefs les firent connaître aux Grecs, du moins ce fait paraît certain, malgré le dire d'Eustathe, qui en attribue l'invention aux Lacédémoniens.

Les clefs grecques étaient vraisemblablement en bronze. Quant aux Romains,

ils les faisaient de fer pour les plus grosses; nous voyons dans Saint-Augustin, que pour celles de plus petites dimensions, ils employaient le bois, le fer et même l'or. Celles qui ont été trouvées dans les fouilles de Pompeï sont cependant généralement en bronze. L'une de ces dernières, fig. 1, dont nous trouvons la description dans le dictionnaire de Rich, était la clef d'une porte d'entrée. Elle est composée d'une tige cylindrique qui porte un renflement et deux embases; à l'une des extrémités de cette tige est un panneton très-long, en huit parties divisées par autant de planches. L'anneau de cette clef est rond comme celles de quelques-unes de nos serrures modernes, il est prolongé d'une tête en forme de trapèze percée d'un petit trou, et qui servait à passer un cordon à l'aide duquel le portier suspendait la clef à sa ceinture.

D'autres clefs romaines portant le nom de *clavis laconica*, fig. 2, étaient composées d'une tige cintrée terminée d'un bout par un anneau, et de l'autre par des dents; une autre variété de clef dont le panneton était découpé de garnitures exactement semblables aux nôtres (rouets croisés, planches, etc.),



Fig. 1. — Clef romaine trouvée à Pompeï.



Fig. 2. — Clavis laconica.

avait son anneau placé sur le côté de la tige dans le genre de nos béquilles à anneau, fig. 3, son usage était identique à celui de cette dernière pièce de serrurerie moderne, mais elle ne servait que de l'intérieur. Enfin, il existait encore des clefs très-courtes de tige, qui se portaient en guise de bagues, etc.

Nous reparlerons plus loin des serrures et des clefs qui devinrent, à l'époque de la Renaissance, de véritables objets d'art.

Sans donner de trop grands détails, qui du reste, ne pourraient entrer dans cette étude dont les bornes sont rigoureusement établies, nous dirons que chez les deux peuples de l'antiquité les plus avancés en civilisation, le serrurier savait façonner le fer pour en faire des objets propres à consolider les constructions. Cependant l'usage de ce métal était très-restreint, les *gros fers*, ou du moins ce que nous appelons ainsi en langage de bâtiment, ne se composaient guère que *d'étriers, d'équerres*, de *boulons* et de *queues de carpe*.

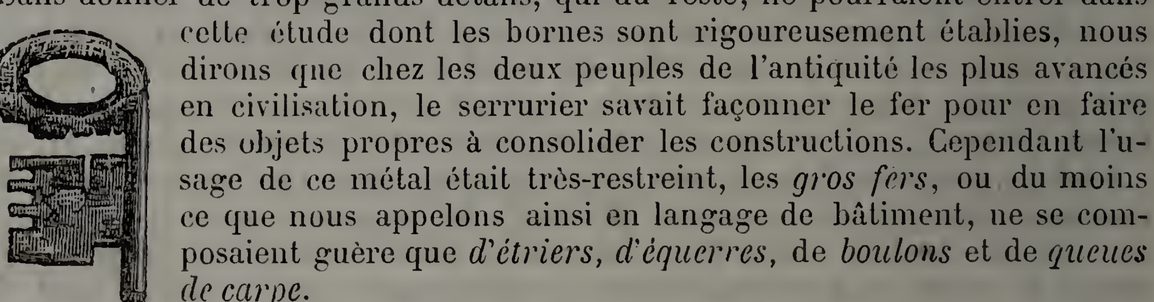


Fig. 3. Clef romaine.

La forge existait chez les Romains et chez les Grecs. Le forgeron romain se servait du marteau à main (*marculus*), du marteau à devant (*malleus*). Son enclume avait une corne saillante; elle était placée, comme à présent, sur un billot de bois.

Un bas-relief romain nous a donné l'image d'un marteau dont la tête ressemble beaucoup à celle du nôtre.

L'origine du soufflet de forge est inconnue, il existait chez les Égyptiens. A Rome, il portait le nom de *follis*. C'était un assez fort instrument à main, ressemblant exactement, sauf les proportions, à notre soufflet de cuisine.

Les tenailles du forgeron (*forceps* en latin,) avaient une forme que l'on retrouve encore aujourd'hui, dans les outils de ce genre employés dans certaines de nos provinces.

Parmi les objets les plus remarquables que nous ayons trouvé dans nos recherches, au point de vue de l'ancienneté et du rapport qu'ils ont avec les produits similaires de l'industrie actuelle, nous avons à citer: des charnières qui étaient exactement nos *couplets* d'il y a quarante ans, (il y en avait de droites, d'autres

étaient à nœuds coudés), et des serrures à auberonnière. Le Virgile du Vatican nous fait voir l'une de ces dernières fermant un coffre circulaire en bois.

L'ouvrier qui fabriquait ces objets était-il le même qui construisait jusqu'à des combles, des voûtes et des plafonds de bronze ? Nul ne saurait le dire.

Il n'en est pas moins vrai que les thermes d'Antonin Caracalla à Rome, possédaient une grande salle dont la voûte était de bronze ; les barres qui composaient ce travail étaient ajustées entre elles, ce qui constituait un ouvrage dépendant de l'art du serrurier.

Sous la domination romaine, la Gaule fournissait déjà des fers renommés. Diverses localités du Nord, de l'Est et du Centre (le Berry surtout), en produisaient d'assez grandes quantités pour ce temps. Le serrurier Gaulois existait donc, nous le supposons, même bien avant cette époque; mais il ne nous est rien resté de ses travaux. Le conquérant romain qui a, dans une œuvre toute personnelle, écrit la guerre des Gaules, n'a fait aucune mention de l'état dans lequel était ce pays au point de vue de l'industrie et des arts. Après avoir saccagé la patrie de nos pères pendant dix ans, ce soldat de génie, qui fut le fléau de son siècle, fit disparaître tout ce qui pouvait faire revivre la nationalité et par conséquent l'esprit de liberté chez les Gaulois, même leur langage. C'est ainsi qu'il ne put rien nous parvenir, même par écrit, des usages et des procédés d'état de nos devanciers.

Il y avait cependant dans ce pays des Gaules, des ouvriers habiles. Les nombreux objets trouvés dans les anciens tombeaux en font foi. Les bijoux et les poteries des Gaulois étaient souvent remarquables. Mais encore une fois, nous ne connaissons rien de celui de ces artisans qui nous intéresse le plus dans cette étude.

Nous savons qu'au commencement du ve siècle, les métiers étaient classés par collèges; c'est même à ces institutions datant du règne de l'empereur Alexandre-Sévère que nos corporations durent leur origine. Mais on ignore le rôle exact de chacun de ces métiers soumis alors à l'administration romaine qui savait si bien opérer la transformation des pays vaincus au profit des vainqueurs.

Le 16 mars 1711, en creusant sous le chœur de Notre-Dame de Paris, pour y construire le caveau qui sert à inhumer les archevêques de cette ville, on découvrit neuf grosses pierres de forme cubique sur lesquelles étaient refouillés des bas-reliefs, et dont plusieurs portaient des inscriptions. Ces pierres avaient, à une époque inconnue, mais postérieure aux conquêtes de César, été employées à la construction d'une double muraille qui fut rencontrée à deux mètres de profondeur, et dont la direction était du Sud au Nord.

Parmi ces pierres d'origine gauloise, on remarquait l'une d'elles, de très-grande dimension, sculptée sur les deux faces. L'une de ces faces représentait une figure en pied, à demi couverte d'une draperie, ou *paludamentum*, qui ne dépasse pas les genoux. Elle tenait de la main droite un marteau, et de la gauche une grosse paire de pinces ressemblant beaucoup à nos tenailles de forge. L'inscription placée au-dessus de la tête de cette figure portait le mot VOLCANUS. C'est le dieu Vulcain pour les savants. C'est aussi pour nous la représentation du serrurier, ou si l'on veut du forgeron gaulois, en costume de travail, pratiquant son métier sous la protection des lois.

État de la serrurerie au moyen-âge.

Bientôt la scène historique changea, la domination romaine s'évanouit, les Francs devinrent maîtres de la Gaule, et les arts disparurent dans les ténèbres de la barbarie, résultat logique de l'invasion.

Enfin après ces époques obscures, apparut un grand esprit civilisateur. Nous voulons parler de Charlemagne dont le génie donna une grande impulsion à tous les arts. Jusqu'à lui, les églises et les abbayes dans lesquelles le talent du serrurier se révéla plus tard, ne contenaient aucune décoration remarquable. La construction de ces édifices était fort peu importante, et si l'on en excepte le plus petit nombre, qui se trouvant richement dotés, étaient bâtis plus solidement, le reste n'était édifié qu'en bois. Mais sous l'impulsion vigoureuse de ce monarque, l'histoire nous montre de nouveaux monuments, dignes cette fois de ce nom, s'élever en assez grand nombre. L'intérieur des églises devient alors plus orné, et la serrurerie d'art commence à y être représentée pour y jouer plus tard un rôle très-important.

Nous ne savons s'il faut mettre au compte du serrurier les magnifiques grilles

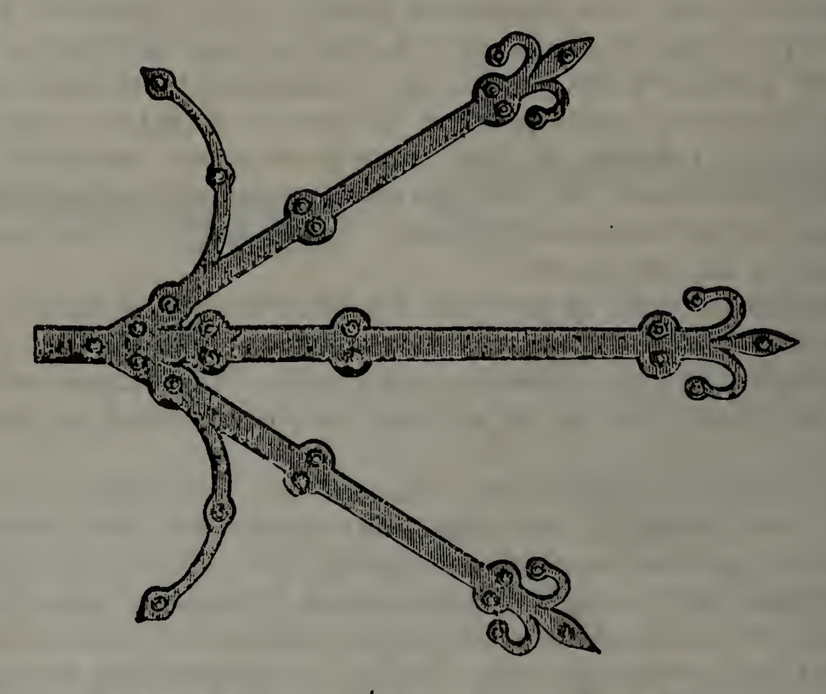


Fig. 4. — Penture de l'Église de Sainte-Odile, près Barr.

en cuivre ciselé de Notre-Dame d'Aix-la-Chapelle qui datent du règne de Charlemagne, mais vers 920, l'évêque d'Auxerre fit fabriquer des portes d'église dont les ferrures étaient des plus remarquables (1). Avec le grand empereur, tout disparut bientôt encore une fois de ce qu'il avait fait revivre, et nous perdons de nouveau la trace des artistes qui travaillaient le fer.

Ce n'est guère qu'à la fin du xie siècle que l'industrie du serrurier put reprendre son importance. Bientôt elle brilla du plus grand éclat; aussi les xiie et xiiie siècles nous ont-ils légué des spécimens précieux des travaux de ces habiles artisans, qui poétisèrent leur art. C'est alors que le légendaire serrurier Biscornet forgeait les merveilleuses ferrures des grandes portes de l'entrée principale de l'église Notre-Dame de Paris. Ces pentures qu'un autre serrurier, notre contemporain (2), vient de copier avec un rare bonheur, peuvent être regardées comme autant de chefs-d'œuvre. Chacune d'elles est d'une seule pièce; elles sont accompagnées d'une infinité de volutes et de rinceaux soudés les uns tout auprès des autres, ce qui constitue une grande difficulté de métier, à cause de la puissance calorique qu'il est nécessaire de développer pour chauffer les pièces devant être

(1) C'est à cette époque que remonte la grande illustration scientifique et littéraire de l'abbaye d'Auxerre et de ses écoles. Tous les arts se touchent.

(2) Boulanger.

réunies par la soudure à *chaude portée.* Cette chaleur considérable aurait dû brûler les morceaux voisins, elle les épargna. On conclut de ce fait que Biscornet avait fait un pacte avec le diable.

Un détail naïf et curieux à citer à propos de cette belle association est celui-ci : quand il se fut agi de poser les ferrures faites de connivence avec Satan sur la porte du milieu, qui livrait passage au Saint-Sacrement, il fut impossible d'y parvenir. Aussi cette porte ne put-elle être ferrée que de nos jours, le diable ayant sans doute moins de puissance qu'autrefois.

A part ces créations quasi-fantastiques, il nous serait facile d'en montrer beaucoup d'autres. Nous nous contenterons de citer des ouvrages d'une importance aussi grande, et qui furent encore placés sur les portes des édifices religieux. M. Viollet-le-Duc, cet éminent architecte et archéologue, nous a fait connaître celles du Puy-en-Velay, de Neuvy-Saint-Sépulcre, de Saint-Saturnin-de-Moulins, de Saint-Martin d'Angers, de Schlestadt, etc., etc. On peut y ajouter encore les ferrures de Saint-André de Chartres, de la cathédrale de Bayeux, de Sainte-Odile près Barr, (Bas-Rhin), fig. 4, etc., etc. Tous ces ouvrages en fer forgé, dont les ornements enlevés à chaud, étampés, se réunissent au moyen de soudures multiples, sont des plus remarquables sous le double rapport de la forme très-artistique, et du fini de l'exécution (1).

Les clous qui arrêtaient ces ferrures étaient souvent eux-mêmes des objets d'art. Dans le *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI*e *au XVI*e *siècle*, on peut en voir dont les têtes sont en forme de pointe de diamant, les tiges en sont rivées comme les anciens lacets. D'autres clous plus riches reposent sur des rosaces très-ornementées ; quelques-uns d'entre eux représentent des figures, et même des statuettes.

Un autre genre de clou très-curieux a la tête sphérique, elle est recouverte d'une capsule ou calotte de cuivre. Le clou du tapissier de nos jours a la même forme, avec de plus petites proportions.

Les grilles, les armatures de puits et les autres ouvrages de serrurerie de ces époques, dénotent la même intelligence de conception, la même habileté de main. Un goût très-épuré règnait alors chez tous ces artistes dont malheureusement, nous ne connaissons aucun des noms.

Nous avons déjà dit que les Anciens ne se servaient guère que du bronze pour fabriquer les grosses ferrures communes des bâtiments. Ce n'est vraiment qu'à partir du XIIIe siècle que nos serruriers font jouer un rôle important au fer dans la grosse construction, tout en se servant encore du bronze sous forme de crampons et de goujons pour relier ensemble les pierres aussi bien en fondation qu'en élévation.

Au moyen-âge le serrurier semble ne pas connaître la lime, car il ne l'emploie jamais pour réparer les défectuosités de ses ouvrages : le marteau seul leur donne le fini, et presque toujours avec une adresse merveilleuse. Le métal sous l'outil, prend les formes les plus délicates, et obéit aux moindres caprices de l'artiste qui se montre créateur, et des plus ingénieux.

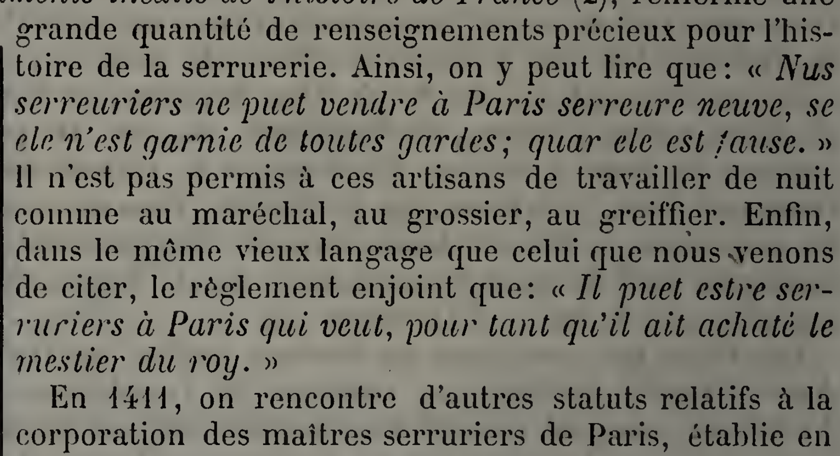
Nos musées, et en particulier celui de Cluny nous montrent encore, de ces temps éloignés, une multitude d'objets, tels que des coffrets, des chenêts ou landiers, des marteaux de portes, des serrures (dont les plus anciennes ne datent que du XIIe siècle) ; toutes ces pièces de serrurerie sont décorées de feuillages, de figures d'animaux chimériques qui rivalisaient souvent avec les travaux que produisaient les orfévres de ces époques.

M. Viollet-le-Duc donne le dessin d'une serrure à bosse du XIIe siècle dont la

(1) Dictionnaire du serrurier, par M. Husson.

boîte repoussée au marteau est ornementée, les pièces qui la composent sont renfermées dans une cloison (1). Nous donnons, fig. 5, une serrure plus ancienne.

C'est encore au XIII[e] siècle que nous voyons se créer les corps de métiers, que le célèbre prévôt de Paris du temps de Louis IX, Étienne Boyleaux, institua, sous le titre de confréries, en leur donnant des statuts et des règlements. Nous voyons figurer officiellement parmi ces corporations, celles des *greiffiers* ou faiseurs de ferrures, des *serruriers* ou faiseurs de serrures, celle des *grossiers*, ou taillandiers, etc. etc. Le recueil des règlements dont nous venons de parler, connu sous le nom de *Livre des métiers*, imprimé pour la première fois par Depping, parmi les *documents inédits de l'histoire de France* (2), renferme une grande quantité de renseignements précieux pour l'histoire de la serrurerie. Ainsi, on y peut lire que: « *Nus serreuriers ne puet vendre à Paris serreure neuve, se ele n'est garnie de toutes gardes; quar ele est fause.* » Il n'est pas permis à ces artisans de travailler de nuit comme au maréchal, au grossier, au greiffier. Enfin, dans le même vieux langage que celui que nous venons de citer, le règlement enjoint que: « *Il puet estre serruriers à Paris qui veut, pour tant qu'il ait achaté le mestier du roy.* »



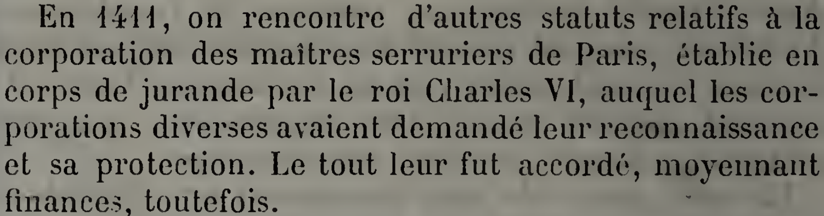
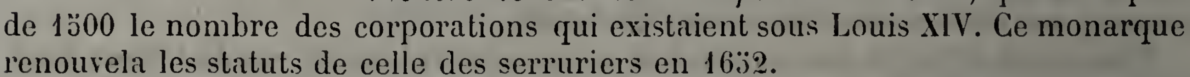


Fig. 5. — Serrure du XI[e] siècle, à Saint-Odile, près Barr.

En 1411, on rencontre d'autres statuts relatifs à la corporation des maîtres serruriers de Paris, établie en corps de jurande par le roi Charles VI, auquel les corporations diverses avaient demandé leur reconnaissance et sa protection. Le tout leur fut accordé, moyennant finances, toutefois.

Au XIII[e] siècle, il n'existait encore à Paris qu'une centaine de corps de métiers, mais leur nombre augmenta dans de telles proportions dans la suite, que l'historien Sauval, dans ses ouvrages d'où l'on a tiré l'histoire et les *recherches sur les antiquités de Paris*, porte à plus de 1500 le nombre des corporations qui existaient sous Louis XIV. Ce monarque renouvela les statuts de celle des serruriers en 1652.



Au XIII[e] siècle, les croisées qui n'avaient pas de dormants, étaient ferrées au moyen de pivots à tourillons embrassant la vantail. Ils étaient à équerre sur chaque face de la menuiserie, leurs branches soudées à congés étaient fleuronnées; les crapaudines et les bourdonnières étaient scellées dans la baie en pierre. Ces ferrures ont été dessinées par M. Viollet-le-Duc, dans son beau dictionnaire que nous avons déjà cité.

Époque de la renaissance.

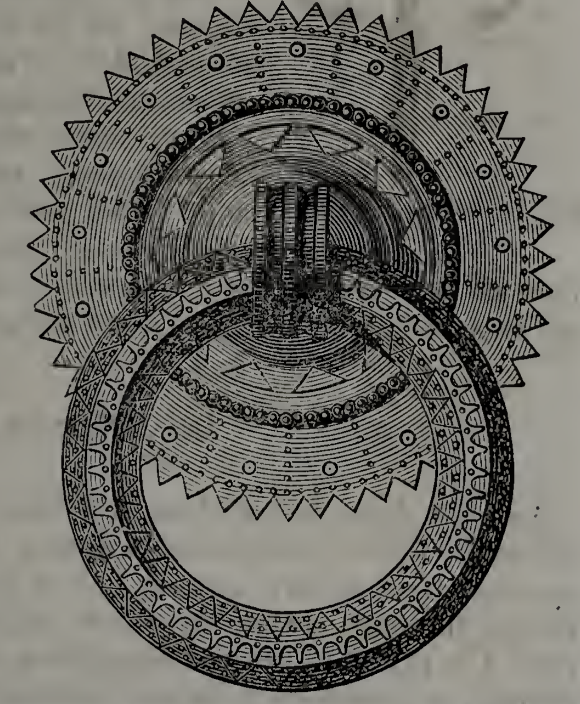
Nous voici arrivés à la grande époque de la Renaissance, révolution intellectuelle qui s'accomplit principalement en France et en Italie au XV[e] siècle. Avec elle, on vit apparaître une nouvelle ère pour les arts. Les chefs-d'œuvres de l'antiquité grecque et latine ressucitèrent, et donnèrent une impulsion extraordinaire aux esprits imbus d'élégance qui repoussèrent les formes souvent grossières et confuses du moyen-âge. L'architecture renonçant au gothique, adopta un

(1) Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI[e] au XVI[e] siècle.
(2) 1 vol. in-4, Paris 1837.

genre nouveau qui a gardé le nom de l'époque. Les métiers qui ressortent de cet art se pénètrant de ces idées élevées, se conformèrent aux principes qu'elles proclamaient; ils s'élevèrent dès lors à un grand degré de perfection, et atteignirent pour ainsi dire l'idéal. Parmi eux, la serrurerie parvint à une grande hauteur, par la délicatesse de ses œuvres et leur fini.

A cette époque, le serrurier ne devait pas manquer de besogne. En dehors de ses travaux artistiques, il n'était pas une seule maison où l'on n'eut recours à lui. Guillebert de Metz, historien du xve siècle, parle dans sa description de la ville de Paris, de « *l'hostel de Guillemin Sanguin, en la rue Bourdonnois, d'excellent édifice, où il a de séreures autant comme il a de jours en l'an.* » Cet hôtel était sans doute l'une de ces charmantes habitations que se firent construire à cette époque, dans les villes, les grands seigneurs qui renonçaient aux murailles crénelées et aux tours colossales des châteaux forts, derniers vestiges de la féodalité.

Les xve et xvie siècles nous ont laissé de fort beaux ouvrages de serrurerie, mais les procédés de fabrication de ce métier, devenu tout à coup un art remarquable, étaient considérablement changés. A ces époques, régnaient avec la ciselure au burin, le repoussage au marteau et le relevage du fer, procédés que l'on obtient aujourd'hui plus économiquement en estampant ce métal dans des matrices gravées. Les serrures étaient quelquefois d'une si grande richesse qu'elles devaient coûter des sommes énormes; certaines clefs de la Renaissance ne sont pas autre chose que de véritables bijoux.


Fig. 6. — Marteau ou heurtoir de porte (xve siècle)

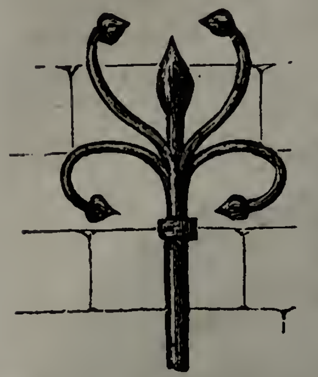
Au château de Langeac (Haute-Loire), nous avons vu un heurtoir de porte qui est plutôt un ouvrage d'orfèvrerie, qu'un objet sorti des mains du serrurier. C'est cependant un spécimen de ferronnerie du xve siècle. Cette pièce, avec son lacet et sa rosace, est très-délicatement ciselée. Nous la reproduisons à la fig. 6.

Mais c'est dans la sacristie de la cathédrale de Rouen que nous avons été le plus émerveillé du talent que déployaient les serruriers de la Renaissance. Des entrées de serrures représentant des roses de vitraux et des arcatures gothiques, des boucles et des rosaces de meubles refouillées et relevées d'ornements ajourés d'un style très-pur et d'une correction sans égale, ont été l'objet de notre admiration. Il est impossible d'aller plus loin dans la perfection de ces ouvrages de serrurerie.

La fabrication de la quincaillerie, c'est-à-dire et plutôt des menues ferrures, (car on entendait par quincailleries, à l'époque d'Étienne Boyleaux, jusqu'aux pots de terre, écuelles, plateaux, vans, etc, comme on le voit au livre des métiers; (1) ce terme est donc relativement nouveau), était déjà très-développée au xive siècle, surtout dans les provinces du Nord de la France, qui produisaient

(1) « Tous marchans vendans quinquaillerie, come pots de terre, escuelles, plataux, vans..... doivent chascun quatre deniers parisis ». (Livre des métiers, 440).

de grandes quantités d'objets de cette nature dont la forme était très-variée. Quelques-uns de ces ouvrages acquirent, à l'époque de la Renaissance, un degré de perfection plus achevé. Il nous reste de cette industrie, assez ancienne, comme on le voit, des ferrures et des fermetures faites avec goût, entre autres des pivots, des fiches, des paumelles, des loquets, des poignées, des verrous de toute sorte et même des crémones. On rencontre encore ces ouvrages souvent leurs places, dans les vieux hôtels du moyen-âge, dans les églises et dans les châteaux. Les crémones dont nous venons de parler ont été retrouvées au château de Chastellux.


Fig. 7. — Ancre ornée du xve siècle.

Le xve siècle vit apparaître les chaînages des bâtiments qui remplacèrent les divers systèmes de crampons et d'agrafes jusqu'alors en usage. Les ancres devinrent apparentes sur les façades, elles servirent à l'ornementation des maisons. On en voyait qui figuraient la croix, la croix de Saint-André, d'autres représentant des lettres, étaient ornées de rinceaux, etc., etc., fig. 7.

Le xve siècle vit encore l'invention des vis d'attache. On ne connaissait autrefois, pour fixer les ferrures, que les clous et les boulons à clavette. La légende assure même que le fameux Biscornet, dont nous avons déjà parlé, connaissait le secret de fixer les serrures sans le secours de ces objets. Ce procédé, qui sent encore le soufre, a naturellement disparu avec le célèbre serrurier.

Les XVIIe et XVIIIe siècles.

Au xviie siècle, les maîtres serruriers devenaient quelquefois des érudits, des écrivains. Après l'architecte Mathurin Jousse qui, en 1627, faisait paraître un ouvrage très-curieux intitulé : *de la fidelle ouverture de l'art de serrurier*, Robert Davesne, maître en cet art, mettait au jour un autre livre, devenu fort rare. Les planches qui accompagnent cet ouvrage, nous démontrent qu'à cette époque, la serrurerie française exécutait de très-belles pièces, telles que *grilles*, *balustrades*, *rampes*, *panneaux*, etc. Du reste, ces divers objets peuvent être vus facilement encore dans les habitations importantes des villes et dans certains monuments religieux. Ils sont inférieurs, disons-le bien vite, aux œuvres de la Renaissance, surtout au point de vue du goût.

L'écusson de la corporation des serruriers, tel qu'il a été enregistré dans l'armorial général de France de l'année 1700, est curieux. Il porte: *de gueules à deux clefs en sautoir d'argent nouées d'or, à une burelle d'argent, où sont écrits ces mots* : securitas publica; *au chef d'azur semé de fleurs de lis d'or, à une cassette d'or semée aussi de fleurs de lis, à deux mains de justice d'or en sautoir posées sur la cassette, et une couronne entre les deux. Pour supports, deux levrettes avec colliers.*

Parmi les travaux remarquables dus au xviie siècle, nous citerons la magnifique porte en fer forgé et repoussé qui ferme la galerie d'Apollon au Louvre; elle provient du château de Maisons-sur-Seine, construit par Mansard.

Paris nous offre une grande quantité d'autres spécimens de l'industrie du serrurier au xviie siècle. Sans parler des compositions de Jean Berain, parmi lesquelles nous avons remarqué surtout des balcons en fer forgé, richement ornés et revêtus de motifs repoussés au marteau, les amateurs peuvent admirer des objets contemporains tout aussi beaux dans presque tous les quartiers de la ville. Signalons entre autres un balcon rue de la Verrerie, très-ajouré, et qui renferme, dans un cartouche formé par des rinceaux et des feuillages en tôle

repoussée, les armes de la ville de Paris; d'autres balcons, quai des Grands-Augustins, dont les motifs du milieu renferment des chiffres élégants; ils sont accompagnés de pilastres, etc., etc.

Il en est de même dans les autres villes. Lyon fourmille d'excellents ouvrages de cette époque. A Strasbourg nous avons remarqué le garde-fou d'une véranda, dans la cour de la maison n° 39, place Kléber. L'ornementation en est extrêmement curieuse : elle se compose d'enroulements terminés par des ornements forgés de forme bizarre, entre lesquels on voit des figures symboliques d'hommes armés de glaives; ces hommes ont des queues de dragons enroulées et terminées par des culots.

Au commencement du XVIIIe siècle, l'architecte Daviler, dans son livre remarquable intitulé: *Cours d'architecture*, nous donne deux planches de dessins de serrurerie : la première contenant des marteaux de portes-cochères, des anneaux de clefs, des entrées de serrures, des targettes et des verrous, des potences à consoles pour lanternes; tous ces ouvrages sont ornés de feuillages enlevés dans la masse ou repoussés au marteau. Les entrées sont ornées du soleil de Louis XIV, l'une des targettes est ciselée richement, la fleur de lis y est figurée. Dans la deuxième planche, on remarque des balcons en fer forgé, ajourés et repoussés, et des rampes dont l'une renferme dans des médaillons surmontés de la couronne de France, le chiffre royal.

« De tous les ouvrages de serrurerie, dit Daviler, les rampes d'escaliers et les balcons sont les sujets où le dessin a le plus de part: on les fait par grands panneaux ou par pilastres, en manière de balustres qui répondent à chaque marche (d'escalier): mais surtout, il faut éviter le travail inutile, qui ne fait que de la confusion, et observer qu'il y ait plutôt des enroulements que de la tôle relevée, parce que les ornements de tôle rendent l'ouvrage moins à jour, amassent de l'ordure, et accrochent les habits en passant; leur hauteur doit être de deux pieds huit pouces, ou de trois pieds, avec une petite frise de *postes* ou d'*entrelas* sous la barre d'appui.

Le fer des menus ouvrages qui sert à la sûreté, consiste en plusieurs pièces qui n'ont d'autre usage, que d'ouvrir et fermer les lieux, comme les serrures, verrous, targettes, loquets, fiches simples à doubles nœuds et à vases, heurtoirs, boutons, rosettes, entrées, crampons et autres qui sont proportionnés aux portes, croisées et placards, ou on les met en usage. Il est nécessaire qu'ils soient du meilleur fer qui ne soit ni aigre, ni cassant, mais bien forgé, bien limé, poli et rivé, que les ressorts et mouvements en soient faciles et solides; que les clefs des serrures ne soient ni trop pesantes, ni trop courtes, et que le panneton en soit bien évidé.

On a depuis quelque temps fait beaucoup de menus ouvrages au dehors, que les marchands vendent à la douzaine, ce qui est d'un grand soulagement pour ceux qui font bâtir, tant à cause du bon marché, que parce qu'il ne faut que le temps de les poser. On trouve des garnitures pour les plus grands placards, et cela a été si avantageux, qu'on s'est même servi de cet expédient pour quelques maisons royales. Il faut toutefois avouer que ces sortes d'ouvrages ne peuvent être ni si bons, ni si convenables aux endroits où on veut les placer, que ceux que font les serruriers, qui y apportent d'autant plus de soin qu'ils y sont engagés par un plus gros intérêt; mais il faut aussi avouer qu'ordinairement, les serruriers se servent de ce même expédient, et vendent ces ouvrages de dehors, comme s'ils étaient faits entièrement de leurs mains, après y avoir seulement poli ou changé quelque chose (1). »

(1) Daviler entend parler des quincailliers de son temps. Que dirait-il aujourd'hui que le serrurier ne fabrique plus un seul de ces objets?

L'architecte Blondel, neveu de celui qui éleva la porte Saint-Denis sous Louis XIV, a publié un livre intitulé: *de la décoration des édifices*; on y lit un chapitre consacré aux ornements que produit l'art du serrurier. Les lignes droites et les ordonnances symétriques paraissaient à son époque empreints de trop de sécheresse. C'était la réaction qui commençait, et le style Louis XV allait bientôt apparaître. Blondel y aida, dans une juste mesure.

Il est impossible, dans la revue rétrospective à laquelle nous nous livrons ici, de ne pas parler du célèbre serrurier Jean Lamour qui embellit, d'après les ordres du dernier duc de Lorraine, la ville de Nancy, de ses merveilleuses créations. Les grilles magnifiques qui décorent la place Stanislas, au centre de cette belle ville, celles qui servent de clôtures aux chapelles de la cathédrale, et tous les autres travaux artistiques de ce maître serrurier, sont des ouvrages de premier ordre, auprès desquels pâlissent bien des productions modernes. Rien n'est comparable à l'élégance des grilles de Nancy que tous les amateurs connaissent, ou pour les avoir vues en place, ou tout au moins pour avoir eu entre les mains l'œuvre écrite et dessinée par Jean Lamour lui-même. Son livre est intitulé: *Recueil des ouvrages de serrurerie que Stanislas le bienfaisant, roi de Pologne, duc de Lorraine et de Bar, a fait poser sur la place royale de Nancy, à la mémoire de Louis le bien aimé; composé et exécuté par Jean Lamour, son serrurier ordinaire, avec un discours sur l'art de la serrurerie, et plusieurs autres dessins de son invention. Dédié au roi.* Nancy. 1767 (1).

L'art de la serrurerie peut, à bon droit, s'enorgueillir de cet homme, qui, ainsi que nous venons de le voir, était beaucoup plus qu'un serrurier ordinaire, puisqu'il a créé en entier, c'est-à-dire y compris leurs dessins, les beaux ouvrages que pour notre compte personnel, il nous a été donné d'admirer plusieurs fois dans Nancy, berceau de notre famille.

Les grilles de Nancy font le plus grand honneur à celui qui en a adopté les dessins et qui en a commandé l'exécution; mais nous nous inclinons bien mieux encore devant le génie de l'artiste qui mit au monde de tels chefs-d'œuvre. Légèreté, élégance, richesse d'ornementation, tout y est. C'est la perfection même; jamais on ne fera mieux dans ce beau style fleuri auquel Louis XV a eu l'honneur de donner son nom.

La cathédrale de l'ancienne capitale de la Lorraine renferme des merveilles de serrurerie. Nous voulons parler des clôtures en fer posées aux chapelles du cardinal de Lorraine, et du doyen de l'église. Ces grilles que Jean Lamour, dans son recueil, appelle modestement des *grilliages*, (sic), sont composées d'une porte à deux vantaux avec fronton et couronnement aux armes du défunt. A droite et à gauche de la porte sont deux travées dormantes accompagnées de pilastres. Rien ne peut donner une idée de la pureté de la composition, de la richesse des détails de ces ouvrages dont les repoussés élégants figurent jusqu'à des fleurs. Le cartouche renfermant les armes du cardinal, est relevé au marteau, il est surmonté de la couronne ducale et du chapeau rouge; sur les côtés sont placés des ornements épiscopaux. Tout cela est gracieux et bien à sa place, et les moindres ornements concourent à l'effet général.

Les serruriers du XVIIIe siècle, se distinguèrent par leur grand mérite, au moins jusqu'à la révolution. On a d'eux une infinité de beaux ouvrages, surtout des rampes d'escalier en fer forgé, qui sont presque toujours accompagnées de frises sous leur main-courante estampée. Il est facile d'en voir de tous les côtés et des plus remarquables. Nous en trouvions encore une il y a quelque temps, dans l'hôtel de la rue Saint-Dominique n° 2, à Paris. Elle est composée d'une

(1) Cet ouvrage a été réimprimé il y a quelques années par Digout, à Nancy.

suite de pilastres ajourés formés par des volutes et des consoles recouvertes de feuillages; la frise est une porte formée de rinceaux, de culots, et (j'en demande pardon au lecteur), de *queues de cochon*. Cette rampe est posée sur le limon d'un escalier à la française.

D'autres rampes, tout aussi belles, se voient à l'hôtel des Postes, rue Coq-Héron, dans une quantité d'hôtels du faubourg St-Germain, place de la Bourse, à l'École centrale, au Marais, etc., etc.

L'attrait qu'offrent les travaux du serrurier est tel que plusieurs personnages d'un rang élevé, ne se bornèrent pas à suivre de près l'exécution des ouvrages qu'il confectionne. Si Stanislas duc de Lorraine, se faisait un grand plaisir de visiter souvent les ateliers de son serrurier favori, on sait que Louis XVI, faisait de la serrurerie un de ses plus agréables passe-temps. Sous la direction de Gamain, maître en cet art, il s'occupait avec passion de ce métier, dans lequel, dit-on, il avait fini par exceller. Le conservatoire des Arts et métiers de Paris, garde précieusement dans l'une de ses vitrines, le tour et d'autres outils de cet infortuné monarque, auquel on attribue l'ouvrage intitulé: *Supplément à l'art du serrurier* (1).

A partir du règne de Louis XVI, la serrurerie entre en pleine décadence. Nous ne trouvons plus rien de remarquable parmi les ouvrages qui furent mis au jour dans les dernières années du XVIIIe siècle. La première moitié du XIXe siècle est non-seulement encore plus nulle au point de vue de la beauté artistique des ouvrages dont nous nous occupons ici, mais elle vit naître l'application funeste de la fonte de fer à la décoration des bâtiments.

La serrurerie au commencement du XIXe siècle.

C'est dans cette période que des pièces en nombre considérable, telles que des panneaux de portes, des balcons, des grilles, etc. fondus sur les modèles les plus lourds et les plus disgracieux par conséquent, firent leur apparition. Ces objets qui avaient la prétention de remplacer ceux que créaient dans les siècles précédents le marteau de l'artiste, trouvèrent dans le goût déplorable de l'époque, un grand élément de succès. Les écoles du Directoire et de l'Empire inspirèrent les dessinateurs des détestables modèles de ces objets que l'on rencontre encore à chaque pas dans nos villes.

Depuis, le goût s'étant épuré, la fonte est devenue beaucoup plus légère, mais on aura beau faire, elle n'est qu'un mensonge, et les ornements qu'elle produit, malgré le talent réel de ceux qui les ont dessinés, la plupart du temps en s'inspirant de nos beaux ouvrages de serrurerie ancienne, seront toujours d'un aspect froid, dur, et banal.

Nous venons de parler du Directoire et de l'Empire. Ces époques toutes deux fatales à des titres différents, ne nous léguèrent que des travaux d'un style compassé et maniéré. Sous prétexte de rendre à l'art la pureté que lui avait donné les Grecs, elles nous inondèrent de productions bâtardes, toujours plates et pleines de sécheresse, souvent ridicules.

Au commencement du siècle, jusqu'à la fin du règne bourgeois de Louis-Philippe, la serrurerie ne produisit rien d'élégant. Voulait-on, par exemple faire des ferrures extraordinaires ? C'étaient alors des pentures ou des paumelles à équerre, ou bien encore des pivots forgés consciencieusement, avec du fer

(1) Cet ouvrage fait suite à la *Collection des métiers de l'Académie*, son titre porte qu'il est traduit du hollandais et que son auteur se nomme Jos. Bottermann.

corroyé, sans aucun ornement bien entendu, puisque ces pièces étaient destinées à être entaillées dans l'épaisseur des bois, *le plus proprement possible.* On ne semblait plus se douter alors que la ferrure doit être apparente, parce qu'il n'y a aucune nécessité de la cacher ; qu'il n'est pas rationnel de la poser de façon à couper les assemblages des bois qu'elle est appelée au contraire à renforcer, et qu'enfin elle peut et doit même servir à l'ornementation de l'édifice.

Dans ces temps peu éloignés de nous, s'il s'agissait de faire un balcon, des panneaux de portes ou d'autres remplissages, la ligne courbe était rigoureusement bannie des ouvrages. C'était aux losanges, aux croisillons et autres figures à côtés droits que l'on avait recours. Par ci par là, on voyait apparaître un chiffre; ce qui était regardé comme excessif. L'art était parti, le métier seul subsistait.

A quelques exceptions près, voilà ce qu'était devenue la serrurerie dans la première partie de ce siècle. Que d'autres admirent les œuvres dues à l'inspiration des architectes tels que les Fontaine, les Percier, etc. Pour nous, nous n'avons qu'à déplorer le style trop étudié, dans la mauvaise acception du mot, qu'avaient adopté ces hommes qui étaient fort capables, du reste, de produire beaucoup mieux.

État actuel de la serrurerie d'art. — Les serruriers de nos jours.

Il n'y a guère que vingt-cinq ans que l'art est revenu, une fois encore, (espérons que c'est pour longtemps), fréquenter les ateliers du serrurier. Sous la direction d'architectes habiles et amoureux des belles formes et du beau style, on vit renaître l'art décoratif dans toute sa splendeur. Des monuments qui avaient été dégradés, sous prétexte de restaurations, par des mains ignorantes, tels que Notre-Dame de Paris par exemple, furent dégagés des ornements ridicules qui les défiguraient. Le nom de M. Viollet-le-Duc revient ici forcément sous notre plume. Cet artiste éminent sut rendre à la cathédrale dont nous venons de parler sa physionomie primitive ; il reconstitua les ouvrages qui l'enrichissaient, et parmi eux, ceux que l'on devait à l'art du serrurier. Il est impossible au connaisseur de ne pas admirer les belles grilles en fer qui entourent le chœur, celle très-remarquable qui ferme l'entrée du sanctuaire, les clôtures des chapelles, etc., etc. Les serruriers habiles qui ont fait exécuter ces ouvrages dans leurs ateliers, MM. Duffner et Forestier, ont aussi fabriqué des objets mobiliers que l'on peut voir dans la même église, comme des lutrins, des candélabres, etc., etc. Enfin, des ferrures fert belles ont remplacé là les pentures classiques du temps de Louis XIV : on peut les voir appliquées sur la Porte rouge et sur celles du Transept.

Pour en terminer avec ce monument, nous dirons que les admirables ferrures de la porte du grand portail, dont nous avons parlé plus haut, sont des modèles de perfection. Elles ont coûté six mille francs pièce, encore est-il de la plus grande vérité que le serrurier qui les fit, n'a pas été rétribué suffisamment. Ces huit ferrures valent à elles seules une visite à Notre-Dame, nous engageons les amateurs de belle serrurerie à aller les voir; ils ne perdront pas leur temps.

Sous la direction et d'après les dessins de M. Lassus architecte, il a été exécuté de fort belles ferrures à l'église de Belleville-Paris. Nous citerons entre autres ouvrages remarquables posés dans cet édifice, les ferrures des portes du Transept. La fig. 1, pl. I représente l'une des pentures en fer forgé de ces portes.

Les chercheurs archéologues ont aidé nos artistes contemporains dans la pro-

duction de leurs œuvres copiées plus ou moins complétement sur celles de nos devanciers. Ce sont eux qui ont découvert, dans les travaux d'ornement de nos vieilles églises, les côtés symboliques de la chrétienté; sans eux, on serait peut-



Fig. 8. — Rampe en fer forgé et repoussé (XIXe siècle).

être passé plus indifférent auprès des décorations artistiques des temps anciens. Ils ont les premiers attiré l'attention sur des détails curieux. C'est ainsi que



Fig. 9. — Balcon en fe-, par M. Leclère, serrurier (1878).

l'un d'eux nous fit voir le seul contingent apporté par l'hémisphère occidental aux fleurs sacrées que nos vieux maîtres représentaient en sculptant les bois, en forgeant les métaux. Il s'agit de la fleur de la Passion, qui prit sa place à côté des roses et des trèfles mystiques de l'ornementation de nos cathédrales, comme par exemple, dans les ferrures des boiseries de chœur à Lichfield et à Hereford.

L'art s'est donc ligué avec la science archéologique pour créer de nouveaux chefs-d'œuvre, et cette alliance a été des plus fécondes.

Parmi les travaux récents, et après ceux que nous venons de signaler, il en est que nous ne pouvons passer sous silence.

Les grilles et les rampes, fig. 8, que fabrique M. Roy, les volières et les meubles en fer qui sortent de l'usine de M. Tronchon, les serres et les jardins d'hiver dus aux ateliers de divers autres serruriers sont généralement des œuvres de goût. Les nombreuses clôtures en fer forgé qui entourent les squares de la ville de Paris sont aussi des ouvrages bien entendus, sauf cependant celles qui formant la corbeille, présentent des points saillants aux promeneurs du dehors. Elles sont généralement très-bien traitées, et à quelque exception près, font beaucoup d'honneur à l'exécutant.

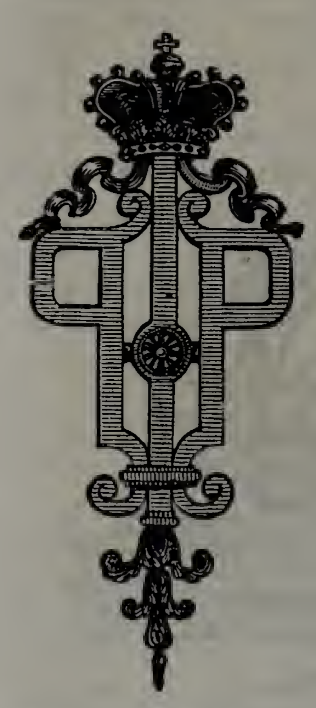


Fig. 10. — Ancre en fer forgé (1878).

Les serruriers de Paris ne sont pas les seuls qui puissent donner des preuves de savoir, d'intelligence et de bon goût. Il nous a été donné de voir de très-près des grilles placées aujourd'hui dans la cathédrale de Meaux, où dort Bossuet. Ces grilles, œuvres d'un serrurier de la localité, M. Grandremy, sont extrêmement remarquables, et elles ont certainement la même valeur que celles de Notre-Dame; peut-être sont-elles mieux soignées encore sous le rapport de l'exécution finale.

Enfin, on rencontre à chaque pas, dans toutes nos villes françaises, et cela est consolant, des ouvrages nouveaux qui prouvent surabondamment que le bon goût ne disparaîtra jamais d'une manière complète de notre pays. Qui n'a pas ses défaillances? L'histoire du genre humain est pleine de faiblesses et de décadence; puis les nations se relèvent, et le mouvement renaissant est d'autant plus viril, que l'arrêt a été plus violent. C'est encore en France que l'étranger vient chercher les objets d'art, et nous en avons sous les yeux un exemple frappant.

A l'instant où nous écrivons ces lignes, un membre de la famille impériale d'Allemagne, de ce pays qui n'a pas voulu participer à notre exposition, (nous ne rechercherons pas pourquoi, de peur de faire saigner des plaies encore ouvertes), fait exécuter à Paris, chez l'un de nos plus habiles serruriers de la capitale (1), de merveilleux ouvrages qu'a dessinés M. Destailleurs, architecte du gouvernement français. Il nous a été donné de voir ces beaux travaux artistiques parmi lesquels nous avons remarqué des panneaux, des balcons historiés, fig. 9, des ancres en fer forgé, fig. 10, des plus remarquables. Ainsi c'est à Paris que la Prusse vient demander des chefs-d'œuvre que Paris sait faire encore! C'est un triomphe éclatant pour notre industrie en général, et particulièrement pour celle dont nous nous occupons ici.

Un autre serrurier, il ne veut pas s'intituler autrement comme le font la plupart de ses confrères, car il ne portera pas d'autre titre que celui que lui confère son métier dont il est idolâtre, c'est M. Moreau, de Paris. Si jamais le livre d'or de la serrurerie sort de la presse, le nom que nous venons d'écrire sera inscrit au premier rang, et ce sera justice.

(1) M. Leclère. Le grand seigneur allemand est le prince de Pless, et les ouvrages dont nous parlons sont destinés à un château près de Berlin.

L'Allemagne a pris tout dernièrement la résolution très-tardive d'envoyer des objets d'art à notre exposition, mais l'industrie n'a rien à voir dans ce fait.

Tout le monde, nous entendons le monde qui s'occupe d'art industriel, bien entendu, connaît les travaux de ce serrurier plus qu'habile, qui a retrouvé les secrets de nos devanciers, ces artistes célèbres accusés de se faire aider par



Fig. 11. — Balcon tout en fer forgé, sans repoussages.

Satan. On sait qu'à l'exposition de 1867, les splendides portes du pavillon impérial français, lesquelles étaient en fer forgé, ciselé et poli, étaient de lui;



Fig. 12. — Panneau de porte découpé à la scie à métaux.

qu'on lui doit une multitude d'ouvrages féeriques où les feuilles et les fleurs enlevées dans la masse, quelquefois repoussées vraiment au marteau, comme à l'origine de ce procédé et non pas estampées, s'offrent aux regards étonnés et fascinés de l'amateur. Mais ce que l'on ignore, c'est qu'au talent considérable de l'artiste amoureux de son art, il faut ajouter l'érudition la plus grande

touchant les connaissances du métier, la parfaite science du dessin, et enfin la patience du chercheur et du collectionneur savant et convaincu.

A l'atelier de cet artisan devenu maître, est adjoint un musée particulier comme il n'en n'existe pas d'autres dans les métiers de la construction. Il a été réuni là une foule d'objets à l'aide desquels il serait facile d'écrire l'histoire complète de la serrurerie. Tous les pays de l'antiquité y sont représentés ; on y voit des travaux de tous les temps, de tous les styles. Une bibliothèque spéciale est annexée à ce musée important, on y trouve tous les ouvrages anciens et modernes qui traitent de la serrurerie.

Le lecteur comprendra que dans une étude comme celle-ci, que nous nous efforçons de rendre la plus consciencieuse possible, il nous était de toute impossibilité de ne pas signaler, parmi les serruriers de ce temps, un homme modeste, aussi remarquable, comme nous venons de le voir, au point de vue du métier (1).

La fig. 11 représente un balcon tout en fer forgé, sorti des ateliers de M. Moreau.

Dans un ordre de choses plus ordinaire, nous parlerons, pour compléter à peu près la série des travaux de serrurerie moderne que Paris montre dans ses rues et sur ses places, des grilles qui ferment le Bois de Boulogne, de celles de la Caisse d'amortissement sur le quai d'Orsay, ces dernières remarquables par leurs élégants pilastres, de celles de la Bibliothèque nationale, des clôtures qui entourent ou ferment la place de l'Étoile, le palais des Beaux-Arts, rue Bonaparte, etc., etc.

La grille d'entrée de la maison Pompéïenne, avenue Montaigne, est très-remarquable, autant par le style que par l'exécution. Les frises, les barreaux et les panneaux découpés à jour forment un très-bel ensemble de serrurerie.

Nous ne pouvons vraiment tout citer.

Dans un hôtel de la rue Clapeyron, nous avons vu une fort belle rampe en fer poli due à M. Bertrand, entrepreneur de serrurerie. Cette rampe, fig. 2, pl. I, appartient au style que l'on est convenu d'appeler *néo-grec*. Elle est, du reste, des plus élégantes. Deux panneaux de porte, du style Louis XIII, ont accompagné cette rampe à l'Exposition de Vienne, où ces ouvrages ont été récompensés par l'obtention d'une grande médaille. Nous reverrons ces objets remarquables à l'Exposition de 1878.

Pour faire contraste avec les œuvres de goût dont nous venons d'entretenir nos lecteurs, nous leur rappellerons une grille d'aspect monumental dont on s'est beaucoup occupé, à cause du personnage ridiculement célèbre auquel elle appartenait. Nous voulons parler du duc de Brunswick, qui n'était certainement pas un protecteur éclairé des arts.

Hâtons-nous de dire que ce morceau de serrurerie nous venait d'Angleterre, non pas comme exécution, mais comme dessin. Le duc avait admiré dans nous ne savons quelle localité d'Albion, un travail semblable, et en avait exigé une copie. Pour donner une idée de cet ouvrage incorrect, il suffit de dire que les vantaux de la grille étaient surmontés d'impostes qui ne reposaient sur rien du tout; qu'il y avait des barreaux dont l'extrémité basse était implantée dans des chiffres qui les supportaient, ce qui constituait autant de *porte-à-faux*. Le couronnement était dessiné sans art. Cette clôture qui a longtemps blessé les regards des véritables connaisseurs, fermait l'hôtel peint en rose de l'altesse sérénissime dont nous venons de parler. C'est dans Beaujon que l'on pouvait la voir, mais non pas l'admirer.

(1) M. Moreau écrira certainement un jour une *histoire de la serrurerie*. Nous souhaitons de voir le plus tôt possible cet ouvrage qui sera certainement un livre des plus exacts et des plus curieux.

Une industrie nouvelle, nous voulons parler du découpage des métaux par la scie mécanique, peut être regardée comme un développement de l'ornementation architecturale, et considérée comme appartenant au domaine étendu de l'art du serrurier.

Les objets fabriqués au moyen de ce système ont le mérite d'être d'une grande légèreté, et si leur dessin est élégant, on peut en tirer un excellent parti, surtout pour leur application aux lambrequins de marquises, aux remplissages des panneaux de portes, aux rosaces ajourées des plafonds de nos salles publiques (1), aux parois verticales des fermes apparentes des combles, etc., etc.

La fig. 12 représente un panneau de porte découpé dans une feuille de métal et posé à la banque générale des chemins de fer, à Bruxelles.

Quant aux rampes d'escalier, aux pentures en fer que l'on a eu l'idée d'exécuter d'après ce nouveau procédé de découpage, nous regardons ces tentatives comme très-malheureuses. Il faut savoir limiter les applications de ce moyen d'ornementer les plaques de métal, afin de ne pas tomber dans la banalité des découpures en bois.

La serrure de précision actuelle et les ferrures ornées du commerce.

Si nous quittons le domaine étendu de la serrurerie d'art pour revenir à la serrure, qui en définitive, a donné son nom à l'art mécanique utile entre tous qui nous occupe dans cette étude, nous dirons quelques mots de ce que l'on peut appeler les *serrures de précision*, et ce qu'elles sont à l'époque actuelle.

Nous les classerons ainsi : serrures *à gorges mobiles*, *à pompe*, *à combinaison*.

La première espèce de ces fermetures, tout le monde la connaît, car elle est appliquée partout, et pour ainsi dire à toutes les portes d'entrée des appartements dans les villes : Nous nous bornerons donc à dire qu'elle ne diffère essentiellement de la serrure de sûreté ordinaire que par les gorges qui sont au nombre de quatre ou de six. Ici, le proverbe : *rien n'est nouveau sous le soleil* peut nous apparaître, car cette serrure que l'on est habitué à regarder comme une nouveauté était connue au moyen-âge, ainsi qu'on peut le voir dans la collection de M. Moreau.

La *serrure à pompe* a une petite clef dont la tige est refouillée d'entailles dans lesquelles se placent les barrettes du système. Le principe de sa construction a été appliqué pour la première fois en Europe en 1744 par un Anglais du nom de Baron, mais il ne peut être considéré que comme une réminiscence du procédé égyptien, connu plus de dix siècles avant J.-C. Quoiqu'il en soit, l'adoption de ce système par un autre Anglais dont le nom a été longtemps joint à celui de la serrure, Bramah, fut consacré par le consommateur. Mais la serrure de ce genre est beaucoup moins commune que la précédente et coûte plus cher.

Les *serrures à combinaison* tiennent des deux précédentes. Elles ont de plus leur combinaison, qui consiste dans l'assemblage de plusieurs disques portant des lettres, des chiffres ou d'autres signes disposés de telle sorte qu'ils peuvent prendre un très-grand nombre de positions différentes. Cependant, il n'y a qu'une seule de ces positions qui permette d'ouvrir, et comme elle n'est connue que du propriétaire seul de la serrure, il s'en suit que ce système offre une très-grande sûreté. Toute personne étrangère qui voudrait ouvrir la serrure,

(1) Le théâtre de la Renaissance à Paris, celui de la Gaîté, les salles de spectacle de Brest, de Cambrai, etc., ont des plafonds en métal découpé à la scie.

serait obligée, à moins qu'elle ne soit décidée à enfoncer la porte, d'essayer toutes les positions des disques, et à moins que le plus grand des hasards ne vienne à son aide, il lui faudrait un temps très-considérable pour réussir. Les serrures à combinaison semblent dater du xve siècle.

En 1699, Denis Papin, l'inventeur de l'application de la vapeur à la locomotion, imagina, dit-on, une serrure d'un travail si ingénieux qu'il était impossible aux personnes auxquelles on en remettait la clef, d'ouvrir la cassette à laquelle elle servait de fermeture, quoique on l'eut plusieurs fois ouverte et fermée devant elles. Mais nous ne pouvons en décrire la combinaison qui ne nous est pas connue.

Il existe aussi beaucoup d'autres serrures composées de diverses manières, les unes fonctionnant avec une clef dont le panneton se développe lorsqu'elle va manœuvrer à l'intérieur, les autres faisant mouvoir leurs pènes à l'aide d'engrenages, etc., etc. Enfin, il y a des serrures sans clefs. Nous aurons occasion de parler des divers systèmes dont nous venons de faire l'énumération succinte; ils passeront forcément sous nos yeux dans les visites que nous ferons à leurs ingénieux inventeurs.

N'oublions pas de dire que les *cadenas à combinaison* sont basés sur le même principe que les serrures dont ils portent le nom. D'autres cadenas sont à secrets.

En général, les serrures à combinaison sont destinées à la fermeture des armoires et des coffres-forts en fer.

On nous permettra d'indiquer ici l'étymologie du mot serrure; il provient du latin *sèra* qui était le nom d'une barre disposée pour fermer une porte. On trouve dans l'ancien français *seredure, serreure, sierure, serreuse,* etc. L'orthographe de ces divers mots se rapproche du mot *serrer,* qui en définitive est de la même provenance. Ce mot même de *serrer*, avait en Provence, du temps de Malherbe, la signification exacte de *fermer.* (*Commentaire sur Desportes.*)

Le mot serrurier, comme cela se comprend clairement, a la même étymologie. Ainsi que nous l'avons dit dans d'autres ouvrages (1), l'ouvrier auquel on donne ce nom dans les villes, ne fabrique plus depuis longtemps de serrures; c'est le quincaillier, principalement en Picardie, qui se charge de leur confection. Aussi répétons-nous une fois de plus que son industrie serait mieux désignée sous le nom de *ferronnerie.* C'est l'usage qui a conservé le terme de serrurerie en l'appliquant à toutes sortes d'ouvrages en fer, et la routine, comme toujours a prévalu.

Quoiqu'il en soit, le lecteur a pu voir que le serrurier a été souvent un artiste des plus distingués. Dans le chapitre de cette étude, relatif aux charpentes en fer, nous parlerons de sa dernière incarnation. Les temps ont voulu faire de lui un véritable ingénieur-constructeur. Ce n'est pas sous cet aspect que nous l'étudions ici, puisque nous ne nous y sommes placé qu'au point de vue de l'art et de la sûreté publique.

Nous avons encore un mot à dire à propos des serrures ornées que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce. Plusieurs industriels qui fabriquent la quincaillerie, produisent des objets assez remarquables sous le rapport de leur décoration. Par leurs soins, les coffres des serrures ont été, depuis quelques années, fondus, soit d'après d'anciens modèles, ou suivant des dessins modernes; ils sont généralement en cuivre. Il existe donc, à l'heure qu'il est, des serrures ornées de tous les styles, obtenues par le procédé que nous indiquons, ou bien encore, au moyen d'appliques, ce qui est moins coûteux.

Ces serrures sont dans le premier cas, renfermées dans des boîtes qui remplacent le palastre et la cloison, et dans le second cas, montées comme à

(1) *Dictionnaire du serrurier.* — Architecture ferronnière, etc.

l'ordinaire. Les plus riches d'entre elles ont des gâches de répétition. L'argenture, la dorure (1), le nickelage, les couleurs vernies au four, sont employés pour recouvrir en totalité ou en partie leurs décorations.

Pour fermer les portes à deux vantaux des appartements, on a cru inventer depuis peu, un système comprenant une crémone disposée pour être arrêtée solidement dans la gâche de répétition d'une serrure du genre de celles que nous venons de décrire. Ce système ainsi composé ne laisse pas que de produire un effet décoratif assez agréable à l'œil; la ferrure complète de la porte peut même, et sans frais considérables, être mise en harmonie avec le caractère que l'architecte veut donner à chaque pièce d'un appartement. En général, les accessoires de ces objets, tels que les conduits, coulisseaux et boutons, sont fabriqués comme les pièces principales, c'est-à-dire, en cuivre fondu, retouché et recouvert d'argent, d'or, ou de nickel. Mais ce genre de fermeture que l'on a pris pour une innovation, n'est qu'une réminiscence des verrous à bascule des XVIIe et XVIIIe siècles, fermetures que l'on peut voir encore figurer sur les menuiseries de nos anciennes habitations.

La quincaillerie actuelle nous offre, en dehors de ces créations diverses, des fiches, des paumelles ornées de vases dans les genres Louis XIV, Louis XV, Louis XVI, etc., etc.; ces vases sont souvent à fourreaux et se placent alors sur des ferrures ordinaires. De très-riches crémones, des espagnolettes fonctionnant d'une manière tout à fait différente de celles d'autrefois, puisque leurs poignées, au repos, sont placées dans le sens vertical, une grande variété de boutons de portes, de poignées, des boules de rampe en métal ciselé et beaucoup d'autres menus objets se fabriquent couramment. On les trouve tout prêts en magasin, et à l'instant même, pour ainsi dire, le serrurier peut décorer, suivant les goûts de son client, une maison tout entière.

Il n'en était pas ainsi autrefois, l'artiste se faisait davantage attendre, mais quelle différence dans la valeur de l'objet produit! Aujourd'hui, tout ce qui se fait, à peu d'exception près, des ouvrages qui nous occupent en ce moment, est banal, fabriqué en grande quantité, et par des procédés qui se répètent à l'infini. Il est vrai que cela coûte moins d'argent, et que l'on peut aller plus vite, mai est-ce une compensation suffisante? Nous sommes, nous, partisan convaincu du mérite de la marque du maître, ou si l'on veut du cachet d'originalité, qui, dans les productions courantes, n'existent jamais et cela au grand détriment de l'art, dont le commerce, en général, se soucie bien peu.

Les portes et les croisées en fer, les serres, etc.

Depuis trente années environ, les forges fabriquent des petits fers qui sont profilés suivant divers corps de moulures. On nomme ces fers nouveaux qui rendent de très-nombreux services: *fers à vitrages*, *fer à moulures*. Leurs dispositions d'une très-grande variété, dans la forme de leur section, ont permis de faire avec eux, de la *menuiserie en fer* (2), c'est-à-dire des ouvrages destinés à

(1) A ce sujet, nous observerons qu'en général, les applications des métaux précieux sur les objets de serrurerie laissent beaucoup à désirer, depuis l'invention de la galvanoplastie qui permet de déposer sur les pièces à recouvrir, des couches de trop faibles épaisseurs. La dorure au mercure était infiniment plus solide.

(2) Le mot *menuiserie*, qui s'applique aujourd'hui spécialement au travail du bois, signifie littéralement : *ouvrage de petite dimension*, et devrait être employé pour désigner indistinctement tous les *menus travaux* des divers métiers.

remplacer le bois dans les châssis, les portes, les croisées, les combles légers, etc., etc.

Avant l'apparition de ces fers profilés, les serruriers faisaient assez souvent dans nos principales villes, des devantures de magasins qui étaient complétement en fer. Mais ces travaux revenaient à des prix excessifs, car pour loger les glaces, il fallait établir des feuillures artificielles formées par des cadres rapportés, ornés de moulures qui s'enlevaient dans la masse du fer au moyen de la machine à raboter, outil qui, en même temps, creusait des rainures à verre dans une partie de ces fers. Les dépenses élevées qu'entraînaient ces ouvrages ne permettaient donc guère de les multiplier.

Mais aussitôt que nos ouvriers eurent en leur possession des fers qui, par la disposition du profil, répondait à peu près à tous les besoins, à toutes les exigences du métier, ils les étudièrent de façon à en former des ensembles satisfaisants, au point de vue de la légèreté, de la décoration générale et des assemblages faciles.

Une porte en fer est généralement composée d'un cadre mouluré, rapporté ou non sur des montants et des traverses en fer méplat ou carré. Le soubassement est formé par un panneau plein fait d'une feuille de tôle bien planée, ornée d'encadrements profilés, ou de baguettes en fonte figurant des oves, des perles, des raies de cœur, etc. Le haut de la porte est généralement vitré, il peut être disposé à compartiments, à la grecque, etc., etc.

L'application du fer à la fabrication des croisées est plus intéressante, à cause des difficultés en assez grand nombre qu'il s'agit de vaincre. A part en effet, l'introduction de l'air, la croisée doit empêcher les infiltrations d'eau, et renvoyer, sans en laisser entrer une seule goutte, celle qui provient des pluies. Pour arriver à ces divers résultats, il a été imaginé des fers de profils tout à fait spéciaux.

Nous donnons, fig. 13, pl. I, une coupe représentant la traverse basse d'une croisée fabriquée suivant le système de M. Dumas; on y voit en *a*, un fer tubulaire formant cette traverse qui reçoit la glace, en *b*, le *battement* méplat qui ferme hermétiquement la croisée à l'intérieur, en *c*, le *jet d'eau* fixé par des vis à métaux sur la partie tubulaire du fer précédent qui, dans sa portion creuse, reçoit un remplissage de bois. Enfin le profil *d* représente la pièce d'appui de la croisée, formée par une sorte de fer à simple té dont la lame est fortement cintrée, afin de renvoyer l'eau sur l'appui de la baie.

La fig. 14, même planche, donne la coupe de la croisée sur le sens vertical, et à l'endroit où les deux montants de fermeture des vantaux viennent se joindre, *a* et *b* sont les sections de ces montants en fers tubulaires disposés pour recevoir des verres à vitres mastiqués, *b* et *c* sont les battements qui empêchent l'introduction de l'air, enfin *d* est la crémone servant de fermeture à la croisée.

La fig. 15, même planche, donne la disposition de l'un des montants de ferrure. On voit que la paumelle *a* est fixée sur un dormant *b*, de forme toute particulière.

Pour parer au grand travail qui résulterait des jeux à donner sur les fers, l'inventeur de ce système de croisées a trouvé un moyen que nous trouvons fort simple. Il consiste à disposer de telle sorte le gond de la paumelle qui ferre les vantaux, qu'il peut, au moyen de mortaises oblongues, monter ou descendre; ce procédé ingénieux supprime complétement les jeux.

Une croisée établie dans ces données, et des dimensions suivantes: soit $2^{m},20$ de hauteur sur $1^{m},15$ de large, pèse 60 kilog. et ne coûte que le prix relativement très-modéré de 70 fr. y compris les ferrures, la crémone et la première couche de peinture en minium. La croisée en bois de même dimension, coûterait, y compris les ferrures, environ 40 fr. Il y a, entre ces prix, un écart très-considé-

rable, mais qui disparaît en partie, si l'on considère la plus grande durée de la croisée en métal, et le peu de dépense qu'exige son entretien.

Après les portes et les croisées, nous citerons pour mémoire: les jalousies et les persiennes en fer, les rideaux en fer et en tôle qui remplacent les incommodes volets de nos boutiques d'autrefois sans coûter plus cher, les chassis à tabatière de nos combles, etc., etc.

Nous pourrions écrire un très-long article à propos des serres que construisent nos serruriers. Mais nous nous réservons d'étudier celles qui figureront dans les jardins de notre exposition, et dont quelques-unes seront de véritables monuments. Nous ne dirons donc ici que quelques mots de ces sortes d'ouvrages.

Avant l'introduction des fers à profils spéciaux, les serres étaient de dimensions plus restreintes qu'aujourd'hui. Le jardin d'hiver, qui n'est au bout du compte, qu'une serre de très-vastes proportions, n'existait pas (1). Les plus grandes constructions de ce genre étaient alors généralement très-imparfaites, et les plus petites étaient souvent composées de fermettes et de chevrons en bois qui pourrissaient en fort peu de temps. En 1852, M. Rohault de Fleury faisait exécuter par les forges de Fourchambault, un profil de fer à double feuillure, fig. 16, pl. I, qui servit à la construction des serres chaudes à doubles verres du Muséum d'histoire Naturelle. Les fermes et les petits bois qui composèrent ces serres, furent exécutés par le serrurier Germain, sur les épures de l'auteur de la présente étude.

Depuis, grâce à la multiplicité des ressources qu'offrent les profils nouveaux des fers du commerce, il n'est plus besoin que de choisir, afin de trouver l'échantillon le mieux approprié au travail que l'on veut faire. Aussi les serres en fer se sont-elles multipliées au point qu'il n'est pas une propriété importante sans jardin d'hiver, et de maison bourgeoise à la campagne, qui ne possède au moins une serre adossée, que l'on appelle *bâche hollandaise*.

Le fabricant de serres, qui était de prime abord, et en même temps, serrurier, se réfugie de plus en plus dans la spécialité des ouvrages qui concernent les jardins, tellement les demandes se sont multipliées. Mais il a adjoint, (du moins en général), à cette industrie intéressante, la fabrication des meubles, tels que chaises, fauteuils, tables, canapés etc, en fer. C'est encore lui qui fabrique les passerelles élégantes et rustiques, (ces dernières faites avec des fers qui imitent les bois noueux et rugueux), les volières, les bordures de jardins, et jusqu'à des pavillons et des kiosques, etc., etc.

Malgré tout, il est convenu que ces objets appartiennent au domaine, très-considérable, comme on le voit, de la serrurerie. Il serait difficile du reste, de les classer ailleurs. Nous devrons donc nous en occuper et en rendre compte à nos lecteurs, ne fut-ce que sommairement, lors de nos visites à l'exposition.

(1) Il faut en excepter, toutefois, le grand jardin d'hiver construit sous le règne de Louis-Philippe, dans l'avenue des Champs-Elysées.

II. — GROSSE FERRONNERIE.

Charpente en fer.

Historique. — Nous ne trouvons que peu de renseignements sur les constructions métalliques des Anciens. Il est cependant certain qu'ils en produisirent. Nous avons parlé dans l'étude qui précède, des combles, des voûtes et des plafonds dus aux Romains, et nous avons mentionné, parmi ces travaux, ceux des thermes de Caracalla. *Aëlius Spartianus*, l'un des auteurs de l'*Histoire Auguste*, nous apprend : « Qu'il reste de cet empereur des thermes d'une grande magnificence, et qui portent encore son nom. C'est dans cet édifice que se trouve la salle *Soleare*, dont la structure parut inimitable aux architectes même. On dit, en effet, que le réseau de la voûte est entièrement composé de barres de cuivre ou de bronze, et sa largeur est si grande que de savants ingénieurs sont portés à en nier la possibilité. »

Rondelet donne la figure de la charpente en bronze dont le portique du Panthéon de Rome était couvert. Il ajoute que cette charpente existait encore du temps de Serlio, architecte bolonais, mort en 1552. « Quant aux plafonds voûtés de bronze, ajoute Rondelet, cet architecte en parle sur des traditions encore récentes et qui, rapportées par lui, méritent une entière confiance. Quoiqu'il en soit, les entailles symétriquement distribuées sur les bords des arêtes intérieures, manifestement destinées au scellement d'armatures en métal, suffisent désormais pour dissiper tous les doutes à cet égard. »

On sait que les Grecs ont relié quelquefois les pierres de leurs édifices au moyen de doubles queues d'aronde en bois dont on a trouvé des vestiges.

Le chaînage des bâtiments chez les Romains était obtenu par la multiplication des goujons, des crampons et des queues d'aronde en bronze qui reliaient les pierres. Les Gaulois, ainsi qu'on peut le voir dans les *Commentaires* de César (1), pour chainer leurs murailles, y plaçaient des longrines et des traverses de bois assemblées dans l'épaisseur des pierres. Ce dernier procédé fut du reste employé jusqu'au XIIIe siècle.

Les édifices construits dans la période qui s'est écoulée depuis le moyen-âge jusqu'à nos jours, ne nous ont laissé aucun travail métallique considérable. « Les charpentiers du moyen-âge, dit M. Viollet-le-Duc, jusqu'à la fin du XVIe siècle, ne cherchèrent d'autres combinaisons que celles données par un judicieux emploi du bois, sans le secours de ferrements. » Ils étaient donc loin de penser à substituer le métal au bois de charpente, qu'ils avaient, du reste, à profusion. Ces bois étaient débités dans les meilleures conditions, et bien des années avant leur emploi, de façon que leur état, au moment de la confection des ouvrages, permettait les assemblages sans nécessité de ferrures.

L'église de la Sainte-Chapelle de Paris, construite en 1242 par Pierre de Montereau, eut ses murs reliés par des chaînages composés chacun d'une suite continue de crampons forgés à *œils* d'un côté, à *talons* de l'autre, comme l'indique la fig. 7, pl. I. Ces crampons étaient incrustés dans la pierre et scellés au plomb.

La grosse serrurerie, c'est-à-dire celle qui s'occupe de la confection des pièces

(1) Livre VII des *Commentaires*.

destinées à armer, à consolider les constructions n'a donc pour ainsi dire rien à voir dans cette rapide étude, jusqu'au xve siècle.

Même à cette époque, le fer n'était que très-peu employé à cet usage. Du reste, il faut dire que les forges en produisaient relativement peu, le matériel de ces établissements étant des plus imparfaits. Au xiie siècle, un martinet mu par l'eau était le seul engin de l'usine. On comprend qu'avec une telle pénurie de moyens, l'emploi du fer ne pouvait guère s'étendre.

Nous avons parlé du chaînage des bâtiments construits par les Romains. On continua longtemps leurs procédés. Des constructions importantes furent même chaînées tout simplement au moyen de grosses charpentes entaillées dans les pierres.

Ce ne fut qu'au xve siècle que l'on fit des chaînes en fer analogues à celles que nous employons de nos jours. C'étaient des barres de fer plat ou carré, en plusieurs parties, assemblées généralement à traits de Jupiter, avec des œils à leurs extrémités. Les ancres étaient apparentes et souvent ouvragées. Elles formaient, comme nous le disons ailleurs, des motifs de décorations extérieures, et étaient ordinairement soudées d'un seul morceau.

M. Boileau, qui a bien voulu nous offrir l'un des exemplaires de son curieux ouvrage intitulé : *Le fer, principal élément constructif de la nouvelle architecture*, nous rappelle que le fronton du Panthéon est plutôt une construction en fer plaquée en pierre, qu'un appareil de pierres consolidées avec du fer. « La figure que donne Rondelet de ce fronton », ajoute cet architecte distingué, « dont il a suivi l'exécution conjointement avec Soufflot, en 1770, est d'autant plus curieuse qu'elle dévoile, outre les artifices de l'armature en fer, ceux d'une ossature de pierre ménageant des vides d'allégissement dans le tympan, au moyen d'arcs de décharge, dont un en tiers point ou ogival; ouvrage masqué par le bas-relief de David d'Angers, appliqué sur ce treillis de fer et de pierre que rien n'accuse au dehors. »

Quelques années plus tard, les architectes Labarre et Brebion employèrent le fer dans la construction de divers édifices, parmi lesquels nous remarquons le Théâtre-Français.

Dès 1773, les Anglais construisirent des ponts en fer. Nous nous bornerons à constater le fait, qui est en dehors du cadre que nous nous sommes imposé. La France ne les suivit sur ce terrain que trente ans plus tard, c'est-à-dire en 1803, époque à laquelle le pont des Arts, à Paris, fut terminé, encore ce pont est-il, en majeure partie, en fonte de fer.

La coupole de la Halle aux blés, à Paris, fut dévorée par un incendie, en 1802. Elle fut reconstruite en 1811 sur les dessins de M. Brunet, architecte. Cet ouvrage, gigantesque pour l'époque, fut confié à un entrepreneur du nom de Roussel, dont le petit-fils est encore, à cette heure, à la tête de l'un des principaux ateliers de la capitale. Le travail en fut trouvé admirable, et certainement il méritait les louanges qu'on lui donna. Du reste, on peut se convaincre facilement de son mérite, puisqu'il existe encore. C'est un type de charpente métallique des plus curieux à étudier.

Le diamètre de cette coupole, dont les fermes convergentes sont en fer forgé et en fonte, est de 42 mètres. Elle est surmontée d'une lanterne vitrée dont le diamètre est d'un peu plus de 10 mètres; tous les fers et toutes les fontes qui entrent dans la composition de l'ouvrage sont à sections méplates. On peut voir, dans l'œuvre de Rondelet, l'élévation et les détails des fermes de ce beau comble.

Le palais de la Bourse, élevé par Brongniard, architecte, et terminé par Labarre, renferme des combles et des planchers en fer, ainsi que la Salle Ventadour et divers autres théâtres et édifices élevés pendant les vingt premières années du xixe siècle.

Sous le règne de Louis-Philippe, le serrurier Théophile Mignon construisit les charpentes en fer des combles du palais de Versailles. Le clocher de la vieille cathédrale de Chartres ayant été incendié en 1836, le même entrepreneur fut chargé de sa reconstruction. Cette fois, ce fut la nécessité qui obligea d'avoir recours au métal, car il fut déclaré presque impossible de trouver du bois en quantité suffisante pour mener à bien cet ouvrage : il en fallait dix mille pièces. Les fermes verticales qui composent cette construction aussi considérable que hardie, ont leur sommet à 124 mètres du pavé de la ville ; elles sont composées pour leurs pièces principales, leurs entretoises et leurs accessoires, de métaux, fer ou fonte, de sections différentes (1).

Comme pour le comble de la halle aux blés, les fermes du clocher de Chartres furent disposées pour recevoir une couverture en cuivre.

Vers la même époque, l'architecte Hittorf, chargé de recouvrir l'élégante rotonde du premier panorama des Champs-Élysées, construisit à cet effet, une voûte pyramidale à jour à douze pans, composée uniquement de tringles et de colonnettes en fer, formant douze fermes tellement délicates qu'elles ne projetaient aucune ombre sur le vaste tableau qu'elles aidaient à éclairer.

D'autres ouvrages de ce genre, mais moins importants que ceux dont nous venons de parler, furent encore exécutés par les précurseurs de nos ferronniers modernes. Mais ce n'était qu'accidentellement que ces travaux voyaient le jour, et l'on ne peut induire de ces faits isolés, que les serruriers d'alors s'occupaient sérieusement de généraliser l'emploi du métal, au point de vue de la charpente.

Nous ne nous arrêterons donc pas davantage à décrire les ouvrages de ce temps, qui rentrent dans la catégorie de ceux dont nous nous occupons. Du reste, il n'y avait rien de bien marquant dans leur disposition, et l'on ne pourrait guère citer que ceux de l'Hôtel-de-Ville et l'armature de la voûte de la Madeleine, qui est en fer, comme s'écartant un peu des ouvrages ordinaires.

L'application véritable de ce métal à la charpente de nos édifices et de nos maisons particulières, remonte en réalité à la première grève des charpentiers, c'est-à-dire à l'année 1845. Cette grève menaçait de se prolonger indéfiniment, puis le bois devenait rare et cher; c'est alors que l'on chercha de tous côtés le moyen de substituer le fer au bois. Les résultats de ces recherches ne se firent guère attendre; ils furent merveilleux au point de vue de la nouvelle industrie qui allait apparaître. Par contre-coup, la charpente en bois fut menacée dans son existence. Depuis le danger s'accroît de jour en jour pour elle : après les planchers de métal, vinrent les combles, ensuite et tout récemment les pans de fer qui sont la dernière partie des travaux de charpente que s'est accaparée la ferronnerie, au détriment des charpentiers en bois.

Les premières difficultés que les constructeurs ferronniers rencontrèrent furent constituées par le haut prix du métal, et l'absence d'une forme spéciale. Jusqu'à cette époque les forges ne livraient guère que des fers carrés, plats et ronds. Il faut ajouter qu'elles ne se soucièrent, de prime-abord, que bien juste, de fabriquer ce que nous appelons les fers spéciaux. C'est pour ainsi dire à leur corps défendant qu'elles produisirent en 1849, les premières barres de fer à double té, que l'on emploie aujourd'hui par millions de kilogrammes.

Avant la création de cette nouvelle forme de fer destinée à devenir l'élément principal de la charpente métallique, divers serruriers transformèrent les fers marchands à l'aide d'assemblages. En réunissant deux ou plusieurs barres de

(1) Le lecteur permettra à l'auteur de cette étude de dire ici que cet important travail de ferronnerie fut dirigé en partie par son père. Le frère de ce dernier, entrepreneur de charpente, à Paris, fut chargé du levage des fermes de Chartres.

fer plat, ils cherchèrent à leur donner plus de résistance. Ces *fers composés* entrèrent dans la confection des combles des théâtres de l'Ambigu et de la Gaîté, de la Douane, des Archives de la Cour des comptes et de divers magasins de Paris. L'un de ces serruriers, Bleuze, fit ainsi des fers composés dont les sections avaient la forme d'une croix; il combinait ainsi la résistance verticale avec la résistance horizontale, afin de remplacer efficacement, et à l'aide de barres relativement légères, le bois par le fer.

Puis vint, à cette époque de recherches et de tâtonnements, l'application d'une forme de fer qui n'était autre que celle du rail de nos chemins de fer. Les gares de Saint-Germain à Paris, et de Tours, la virent employer, malgré son poids excessif. C'est ainsi que le premier pas fut fait vers le profil à nervures si répandu dans nos constructions d'aujourd'hui.

Vers 1846, les forges de Montataire et celles de Fourchambault, livrèrent à l'industrie divers fers spéciaux, dont les profils rendirent quelques services. Mais leur fabrication était très-restreinte et leur prix très-élevé.

Après ces établissements, les forges de la Providence firent apparaître, après avoir fabriqué des petits fers à moulures et à feuillures destinés aux vitrages, le premier fer propre aux usages de la charpente. Il avait la forme dite à simple té, sa hauteur était de $0^{m},160$, le chapeau avait $0^{m},060$ de large, les côtes étaient d'une épaisseur de 0,010. Les barres de métal ainsi fabriquées servirent à l'exécution des planchers des abattoirs à porcs de Paris.

En février 1849, avec l'aide du serrurier Kaulek, les mêmes forges de la Providence disposèrent leurs cylindres pour fabriquer des fers à double té de $0^{m},14$ de hauteur. C'en était fait, la théorie faisait place à la pratique. Les serruriers principaux de la capitale attendaient avec une juste impatience l'arrivée des fers ainsi profilés, sur lesquels ils basaient bien des espérances.

Les premières barres de fer à double té sortirent enfin des forges. Leur apparition fut le signal d'une révolution dans la charpente en fer et dans la construction entière de certains de nos édifices. On se pénétra bien vite, plus que jamais, de cette vérité que le fer a, par sa nature même, tout ce qu'il faut pour favoriser le progrès dans la construction. Ce progrès véritable doit donner les moyens de faire profiter de tout l'espace utile, en restreignaut de plus en plus les dimensions des diverses parties de la construction et de ses points d'appui. Ce fut en suivant de près cette idée féconde que l'on arriva tout de suite à procéder rationnellement, en calculant les sections des nouveaux fers, de manière à obtenir le maximum de résistance sur tous les sens que peut donner la matière métallique.

Nous donnerons un exemple saisissant de la rapidité avec laquelle ce dernier progrès s'accomplit. Vers 1825, on imagina d'établir quelques planchers en fer. Les serruriers de cette époque les composaient ainsi : Des solives en fer plat de fort échantillon étaient posées sur champ; elles variaient nécessairement de dimensions suivant leurs portées. Elles étaient reliées ou moisées, si l'on veut, par des entretoises à agrafes en fer carré, coudées et contre-coudées, semblables du reste, comme forme, à celles que nous voyons employer aujourd'hui pour les planchers en fer à double té. Deux ou trois rangs de fentons étaient placés entre chacune des travées formées par les divisions des solives. Quant à la maçonnerie, elle était composée d'un hourdis plein formé par des plâtras et du plâtre.

Nous avons découvert l'un de ces planchers (fig. 1, pl. II), dans l'une des démolitions nécessitées par le percement du boulevard Saint-Germain, à Paris. D'après notre expérience professionnelle, nous avons pu le considérer comme le type des ouvrages de ce genre fabriqués vers l'époque que nous venons d'indiquer. Les solives en fer plat, de 4 mètres de portée dans œuvre, avaient 0 ,160 de hau-

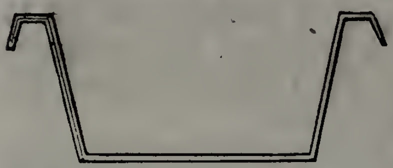
teur sur 0,027 d'épaisseur, elles étaient espacées de 0m,80 d'axe en axe, les entretoises étaient en fer carré de 0.022, et les fentons avaient 0,01 carré. Nous avons calculé le poids total de ce plancher métallique primitif, et nous avons trouvé qu'il était de 1272 kilog. ce qui donnait, d'après la surface couverte, 45kil 78 par chaque mètre superficiel de plancher.

Si l'on veut établir aujourd'hui le même plancher dans d'excellentes conditions de résistance, on choisira le fer à double té de 0m,14, et l'on espacera les solives à 0m,65 d'axe en axe. Les entretoises seront en fer carré de 0,016, les fentons de 0,01 carré. Etant donné un plancher de même surface que le précédent, le mètre superficiel ne pèsera plus que 27 kilog., et l'on aura gagné 0m,02 de hauteur d'étage.

Lorsqu'on se fut rendu compte des avantages divers que présentait l'emploi des fers à double té, on n'employa plus guère qu'eux à Paris pour la confection des planchers et des poitrails. Puis vinrent les combles et d'autres ouvrages importants.

Les planchers.

Pour les planchers, divers systèmes d'entretoisage furent vite inventés. L'un des premiers consista dans l'emploi des entretoises taraudées qui n'étaient autre chose que des boulons à double écrou traversant les solives. Ce système, appliqué par le serrurier Kaulek, donna lieu à des discussions interminables; on prouva, ou plutôt l'on parut prouver enfin que la solive percée au milieu de sa hauteur pour livrer passage à ce boulon, n'était aucunement endommagée, au point de vue de la résistance. Mais ce procédé fut abandonné bientôt, et l'entretoise à agrafe fut adoptée généralement, fig. 13. Cependant, et pour ne rien omettre de considérable, il nous faut mentionner ici le système de M. Thuasne. Cet entrepreneur imagina d'entretoiser les solives de ses planchers au moyen de barres en fer plat, découpées de mortaises et clavetées dans des frettes en fer, ou dans des boîtes en fonte que l'on appelait improprement chaises, fig. 14 et 15, et qui embrassaient les solives.


Fig. 13. — Entretoise à agrafe du plancher en fer à double té.

Dans le principe, les planchers en fer à double té furent tous hourdés pleins. Ce procédé fort simple et encore très en faveur aujourd'hui, à cause de la modicité relative de la dépense, consiste en un remplissage de plâtras posé sur des planches que l'on place provisoirement au moyen d'étrésillons, en-dessous des solives. On coule sur ces plâtras un bain de plâtre pur qui les relie entre eux, et par la forme que l'on donne à l'ouvrage, il prend la figure d'un auget, ce que l'on voit représenté fig. 2, pl. II. Dans la partie de plancher hourdée que nous avons représentée : *a* est le hourdis, *b* la solive, *c* l'entretoise à agrafe, *d* le fenton. La lambourde est représentée en *e*, le parquet en *f*, et l'enduit du plafond en *g*, de façon que le dessin forme un tout complet.

Après celui que nous venons de décrire, l'un des hourdis les plus employés est celui que l'on obtient à l'aide de poteries creuses. La fig. 3, pl. II en donne la construction. Ce procédé a le très-grand avantage d'obvier au défaut considérable reproché aux planchers en fer, c'est-à-dire à la *sonorité*.

On peut encore disposer les hourdis en poteries de façon à former l'arceau. Des briques creuses disposées sur des cintres *ad hoc* sont placées de même. On a fabriqué, pour remplir le même but, des *briques en plâtre pur*, avec lesquelles on arrive aux résultats qu'indique la fig. 4, pl. II.

Pour obtenir l'*insonorité*, nous avons inventé le hourdis que représente la fig. 5, pl. II, de concert avec un entrepreneur de travaux publics, M. Bertrand, vice-président actuel de la chambre syndicale des serruriers.

Ce hourdis consiste en une sorte de voûte très-surbaissée, dont les claveaux moulés en plâtre se buttent dans les nervures des fers. Les deux couches d'air obtenues ainsi interceptent le son.

De plus, ce système auquel nous avons donné le nom de *plancher en fer armé à cordes diagonales*, diffère de tous les autres, en ce sens que les solives ne sont plus abandonnées à elles-mêmes, mais bien armées de cordes qui les enserrent, les solidarisent et en font autant de *fermes*. A leurs extrémités, est un sabot de fer qui permet de tendre ces cordes au moyen d'un coin enfoncé au marteau. Nous avons retrouvé, à la suite d'un incendie, et vingt ans après

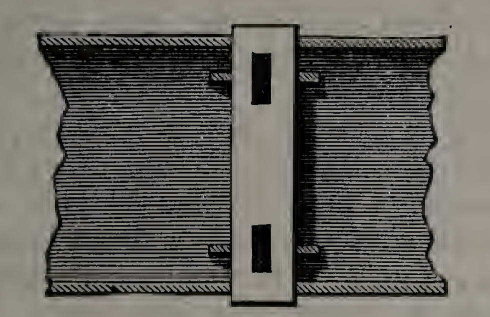


Fig. 14. — Assemblage des entretoises

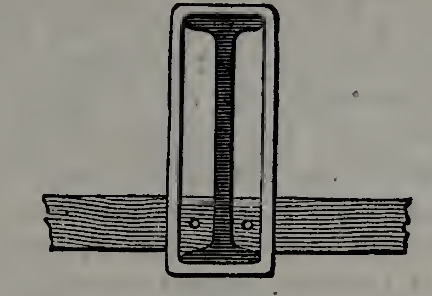


Fig. 15. — Du plancher en fer, système THUASNE.

leur mise en place, des planchers de ce genre que, grâce à leur armature, le feu lui-même n'avait pu endommager (1).

La figure 6, planche II, représente une vue perspective d'une partie de ce système de plancher.

La nouvelle solive en fer à double té donna lieu, lorsqu'elle fit son entrée dans l'industrie nouvelle dont nous nous occupons, à de nombreuses expériences sur sa résistance. Parmi les personnes qui s'occupèrent le plus de ces recherches, il convient de citer en première ligne M. Zorès, qui, mécontent des épreuves qu'il avait fait subir aux premières barres à double té, nous dit dans son *Recueil des fers spéciaux* qu'il fut amené à en perfectionner la forme. Nous le citerons textuellement :

« Une barre de fer en té placée sur champ, reposant librement sur deux appuis par ses extrémités, tend sous une charge quelconque à fléchir. Cette flexion résulte du défaut de résistance de deux forces bien distinctes et opposées, dont la première s'opère à la nervure supérieure par la *compression*, et la deuxième à la nervure inférieure par la *traction*. Le plus grand effort de ces deux forces opposées et contraires se fait sentir aux portées les plus éloignées du milieu de la lame verticale du fer, considérée comme centre, puis décroît au fur et à mesure qu'il se rapproche de ce centre, jusqu'au moment où les efforts exercés par ces forces opposées se rencontrent, se neutralisent l'un et l'autre, et constituent ce que l'on appelle l'axe neutre, c'est-à-dire une partie morte et inerte du fer que l'on peut percer et découper impunément sans altérer en rien sa résistance, ainsi qu'il résulte d'une expérience faite sur deux barres de fer de même hauteur, de même dimension, de même poids, et de même provenance, expérimentées sur la même portée et dans les mêmes conditions avec cette diffé-

(1) C'est dans la maison qui fait l'angle des rues de Rivoli et Saint-Martin, après les événements funestes de 1871, que se trouvaient ces planchers.

rence que l'une était intacte, tandis que l'autre était percée à son axe neutre de $0^m,20$ en $0^m,20$ de trous ronds de 0,015 de diamètre.

Sous les efforts des premières charges, la barre percée donna une flexion légèrement plus forte, mais au fur et à mesure que la charge progressait, les flèches redevinrent les mêmes et la déformation complète eut lieu sous le même poids, 3,800 kilog. Les barres ainsi expérimentées étaient des doubles tés de forme ordinaire de 0 ,16 de hauteur, pesant 16 kilog. le mètre linéaire, la portée était de 5 mètres. »

Ici, nous interrompons M. Zorès, qui a une certaine autorité dans la matière, pour lui dire que, tout en admettant la théorie de ce qu'il appelle l'*axe neutre*, nous devons faire des réserves considérables. On sait que les fers fabriqués par les procédés actuels du laminage (procédés rapides et par conséquent économiques, mais qui n'ont que ce seul mérite), laissent à désirer sous le rapport de la texture. On n'obtient pas par la simple pression les mêmes résultats que par l'ancien et excellent procédé du corroyage, il s'en faut de beaucoup. Ce que l'on appelle la *texture fibreuse* est rarement constitué par l'opération du laminage, et la tenacité du métal en est d'autant diminuée, ce qui fait que la rupture peut avoir lieu sous des charges que les barres auraient facilement supportées avec un procédé de fabrication qui n'est pas employé pour les fers destinés aux charpentes. De là à dire que cette fabrication n'est pas suffisamment bonne, que ces fers laissent à désirer, il n'y a qu'un pas qu'il est nécessaire de franchir. On a vu souvent, contrairement à l'assertion de l'auteur que nous citons, des barres de fer à double té se fendre dans toute leur longueur, et justement à l'emplacement de ce fameux axe neutre, que suivant nous on doit ménager, et non pas percer impunément, comme l'affirme le livre de M. Zorès, dont nous continuons à donner un extrait curieux.

« Le fer à té de forme primitive ordinaire, ayant la nervure supérieure de même dimension que la nervure inférieure, offre le même cube de matière aux efforts produits par la compression et la traction ; il faudrait donc pour que cette forme de fer fut dans les meilleures conditions de résistance possible que la résistance naturelle du fer fut la même à la compression qu'à la traction. Or, il est une vérité avérée, un fait acquis à la science et irrécusable, c'est qu'il n'en est pas ainsi. Exemple : le bon fer rond, laminé au bois, d'un diamètre de 0,018 à 0,025, ne rompt aux efforts de traction qu'à une moyenne de 60 kilog. par millimètre carré, résultat obtenu sur des fers des dimensions susdites, provenant des usines d'Ars sur Moselle, expérimentés en mars 1852, en présence de divers ingénieurs et d'architectes, tandis que le même fer pris dans les mêmes barres et soumis aux efforts de la compression cède à une moyenne maximum de 34 kilog. par millimètre carré, refoulé, écrasé sur lui-même, c'est-à-dire que la résistance à la compression est presque de moitié moindre que celle donnée par la traction.

Aussi qu'est-il arrivé dans toutes les nombreuses expériences que j'ai faites? C'est que les résultats expliqués par ce qui précéde ont toujours été les mêmes. L'affaissement des fers en double té sous la charge est toujours résulté de l'écrasement de la nervure supérieure refoulée sur elle-même, rejetée à droite et à gauche, sans que la nervure inférieure soit altérée et déformée. »

Cet auteur ajoute que l'entretoisage des solives plus ou moins bien combiné n'ajoute presque rien à leur résistance, ce que nous contestons.

C'est ainsi que M. Zorès fut amené à renforcer la nervure supérieure des fers à double té. Guidé par l'ingénieur célèbre Stephenson, il diminua la lame du fer à sa partie neutre, et il renforça la partie qu'il trouvait faible, c'est-à-dire la nervure supérieure, qui résiste le plus directement aux efforts de la compression. Il obtint, par ce procédé, une résistance qu'il déclare être de $^1/_5$ à $^1/_3$ en sus,

ce qui prouve, ajoute-t-il, l'absurdité d'une troisième nervure placée au milieu de la lame, comme l'avait fait les forges de Montataire, qui créèrent le *fer à triple té*.

Ce qu'il est bon de dire, c'est que les barres de fer à double té, et celles d'autres profils destinées à entrer dans la composition des planchers en fer et des autres ouvrages de charpente métallique doivent être parfaitement dressées et dégauchies. Malheureusement, il faut l'avouer, on n'a pas le soin de faire ce travail. Il est cependant indispensable, et donne seul le moyen de remédier à des accidents de fabrication qui ne sont que des commencements de déformation. C'est par ces accidents que débutent les phénomènes amenés par les fortes charges ; ces dernières trouvent là un élément tout constitué pour amener plus vite la ruine de la barre de métal, cela est incontestable.

Pour rendre justice à qui de droit, nous dirons que M. Zorès, qui était du reste un chercheur infatigable, ne se trouvait pas suffisamment satisfait. La création de la forme à double té ne lui semblait pas le dernier mot du progrès actuel. Aussi ne s'en tint-il pas là et imagina-t-il le fer qui porte son nom, dont l'emploi est encore très-restreint, mais qui semble appelé, dans un avenir prochain, à devenir d'un usage très-répandu. Nous voulons parler du fer à profil tubulaire.

Les colonnes.

L'emploi de la fonte de fer, depuis le commencement du siècle, se développe de plus en plus. Bien avant les premiers travaux de charpente en fer à té, on connaissait les colonnes en fonte qui économisent le terrain et l'argent, et donnent en même temps plus de jour à nos magasins. Elles rendent l'aspect de nos constructions moins massif, puisqu'elles remplacent les piles de pierre qui ont toujours de fortes proportions.

On sait que ces colonnes peuvent être pleines ou creuses, qu'elles peuvent se prêter à l'ornementation, que leur résistance à l'écrasement est 60 fois environ supérieure à celle des pierres les plus dures. Elles se posent sur des semelles en fer et se revêtissent par leurs goujons dans des chapeaux de même métal qui embrassent les poitrails et les filets destinés à supporter, les premiers les murs des façades, les seconds les divisions intérieures principales de la construction, ou *refends*.

Dans nos constructions civiles, les colonnes s'élèvent souvent à la hauteur d'un deuxième étage, afin de réserver des vides dans l'espace destiné à des magasins d'entresol. Elles portent alors des *oreilles* afin de supporter le plancher qui est posé à la moitié de leur hauteur.

Les poitrails et filets.

Nous avons dit que les colonnes supportent les poitrails et les filets. Elles servent à les décharger lorsque les portées sont trop éloignées.

Avant l'apparition des fers à double té, lorsque le constructeur voulait soutenir un poids considérable placé au-dessus d'une ouverture ou baie dont la largeur était plus qu'ordinaire, il employait divers procédés, parmi lesquels nous citerons, en dehors des appareils de la pierre, les poitrails en bois qui se composaient de deux pièces de chêne d'environ $0^{m},35$ à $0^{m},45$ de hauteur sur $0^{m},15$ à 0,20 d'épaisseur. Elles étaient reliées au moyen de cales intérieures que traversaient de forts boulons en fer rond de 0,022 à 0,030 de diamètre. Ces poitrails formaient l'épaisseur du mur à soutenir ; ils étaient généralement hourdés

en plâtras et plâtre, on clouait des lattes en dessous, comme on le faisait aussi pour le plancher en bois, et on les ravalait en plâtre.

Un autre système, qui faisait partie depuis d'assez longues années du petit nombre de travaux composant l'art très-restreint de la charpente en fer, était tout entier compris dans l'application de la *ferme*. Cet ouvrage destiné à supporter les parties de construction d'un grand poids, était composé d'un arc, d'une corde et de brides, les pièces principales étaient forgées à mentonnet et à sabot. Enfin la ferme de cette nature était armée de tirans à ses extrémités. Elle pouvait être accouplée, c'est-à-dire formée de deux ouvrages semblables reliés par des entretoises. Les poitrails en bois et les fermes disparurent aussitôt après l'adoption du fer à double té, c'est-à-dire, au plus tard, vers 1850.

On composa alors les poitrails, et on les compose encore, de deux ou trois barres de fer à double ou à triple té (ce dernier échantillon de fer, nous l'avons vu, fut fabriqué par les forges de Montataire), que l'on assembla tantôt au moyen de frettes ou brides en fer forgé et soudé, tantôt par des brides en fonte boulonnées, ainsi que l'indique la fig. 7, pl. II.

Les poitrails et les filets (ces derniers se construisent de même), se hourdent généralement en briques et ciment; ils reposent sur de fortes cales en fer placées sur la tête des piles.

Les combles.

Nous avons vu, dans les premières lignes de cette étude, que même avant la fabrication des fers de forme spéciale, nos constructeurs avaient su créer des combles en métal très-importants.

Nous devons ajouter à la nomenclature des quelques ouvrages primitifs de ce genre qui nous sont restés, les combles du système Jacquemard. Ce serrurier faisait, dès 1840, des fermes de comble d'une conception très-hardie et dont la composition était à peu près la même que celle des fermes dites aujourd'hui américaines. La section des fers qu'il employait n'était plus plate ou carrée comme dans les ouvrages que nous venons d'examiner, mais présentait des profils nervés, ce qui constituait un progrès réel. Nous nous rappelons avoir vu son système appliqué à la couverture d'une cour servant de magasin au marchand de fer Levéque, rue du Faubourg-Saint-Denis (1). Nous sommes heureux de pouvoir rendre justice, même tardivement, à cet habile praticien, mort depuis longtemps déjà.

Le premier comble à grandes portées construit à Paris avec les fers à profils nouveaux, est celui du dépôt des fers des forges de la Providence, quai de Jemmapes. Ce comble a 29 mètres de portée. Il est composé d'une suite de fermes dont les arbalétriers sont en fer à double té, leurs extrémités sont encastrées dans des sabots en fonte qui reposent librement sur les piles de la construction. Chaque ferme a son poinçon, son entrait (que l'on appelle corde en ferronnerie), ses contre-fiches (auxquelles on donnait primitivement, à tort, le nom de bielles); elle reçoit des pannes et un faîtage sur lesquels sont fixés les chevrons.

Ce beau travail très-bien fini, dû au serrurier Kaulek que nous avons déjà cité, peut servir encore de type aux combles de ce genre. Ses ajustements sont très-bien faits, nous donnons fig. 8 l'assemblage de l'arbalétrier dans le sabot de la ferme, fig. 9 l'assemblage des deux arbalétriers sur la panne de faîtage. Enfin

(1) Ce comble existe encore.

la fig. 10 représente, à une échelle plus réduite, l'élévation de la moitié d'une ferme.

Le comble de la Providence est couvert en tôles ondulées.

Parmi les nombreuses gares de nos chemins de fer qui sont couvertes, du moins pour les principales d'entre elles, d'ouvrages importants en fer, nous signalerons tout de suite celle de Bordeaux, dont le comble se rapproche très-sensiblement de celui que nous venons de décrire. Cette œuvre de ferronnerie gigantesque qui ne pèse pas moins de 144,525^{k},40 couvre une surface de 3,600 mètres superficiels, soit 120 mètres en longueur sur 30 mètres de large. Chaque ferme est arrêtée dans des sabots en fonte reposant sur les contre-forts des bâtiments; une jambe de force ou console renforce l'assemblage de la partie inférieure de l'arbalétrier.

Deux fermes de ce comble ont été essayées, elles n'ont donné qu'une flexion de 0^{m}02 sous une charge uniformément répartie de 180 kilog. par mètre carré; les arbalétriers sont en fer à double té de 0^{m},18.

Les beaux combles de la gare de l'Ouest (Montparnasse), dus à l'architecte Victor Lenoir, sont encore élevés d'après les mêmes principes. C'est à peine si quelques différences de détails se remarquent dans leur construction. Cependant ici, et par prudence sans doute, les portées ayant paru trop grandes, les fermes sont accouplées de façon à obtenir deux combles sur la même halle, qui est divisée ainsi en deux grandes galeries de chacune 17^{m},80 de large. Au milieu est un rang de colonnes qui supportent les abouts des fermes de ces combles et reçoivent le chaîneau.

La fig. 1, pl. III représente l'assemblage des fermes de ces deux combles à leur rencontre sur l'axe de la halle, avec les colonnes en fonte qui les supportent.

Le comble qui couvre la gare du chemin de fer de Strasbourg, à Paris, présente une modification sensible dans la façon des arbalétriers qui ne sont plus en fer à double té. Le constructeur les a composés de cours de fers à double té reliés par des entretoises très-multipliées formant une ligne brisée non interrompue. C'est l'application du système inventé par le serrurier Jacquemart, et dont nous avons parlé précédemment.

La fig. 2, pl. III représente la moitié d'une ferme de ce comble, soit un arbalétrier surmonté du lanternon, et garni de ses armatures à double entrait.

Le dôme de l'asile du Vésinet, construit par M. Laval, architecte, se compose de fermes fabriquées suivant le même système que les précédentes, elles sont posées debout et réunies à leur sommet et dans leur longueur par des pannes ajourées. Elles reposent du pied sur un système de plates-formes composé de fermes en fer forgé, assemblées à mentonnet; ces fermes rappellent tout à fait celles que nous venons de décrire à l'article des Poitrails qui précède, mais elles sont posées à plat sur les murs, comme le fait voir la fig. 3, pl. III, qui est une vue perspective de l'élévation de la carcasse en fer du dôme de cet établissement hospitalier.

On comprendra que notre cadre ne nous permet pas de parler plus longuement des travaux de charpente en fer. De très-remarquables constructions de la nature de ces travaux ont été faites sur toute l'étendue des territoires sillonnés de lignes de chemins de fer. L'énumération de ces ouvrages tiendrait à elle seule un nombre considérable de nos pages. Nous terminerons donc l'étude spéciale aux combles en fer par le détail de deux d'entre eux. Celui qui couvre les préaux aux eaux-de-vie de l'Entrepôt des liquides de la ville de Paris, a une surface de 4,500 mètres. Comme on le voit dans la fig. 4, pl. III, les arbalétriers de ce comble construit par l'entrepreneur Bertrand, sont arrondis à leurs extrémités; ils se composent de fers à cornières de 0,09, reliés suivant le système ajouré, par des remplissages en fer à double té de 0,08. La couverture, chose rare en

charpente métallique, est en tuiles qui reposent sur des pannes en bois reliées par un système d'assemblage à équerres. Le poids de chacune des fermes est de 7,428 kilog., et leur portée est de $28^{m},72$ entre les piles d'appui.

La fig. 5, pl. III représente l'une des fermes du comble en fer des communs du château de Courances. Les arbalétriers en sont ajourés à remplissages de croisillons, ils sont surmontés d'un lanternon, leur forme est arrondie, et ce qu'ils présentent de remarquable, c'est qu'ils sont posés sur la maçonnerie, sans être munis des cordes d'entraits, ni des contre-fiches qui retiennent généralement l'écartement des combles de métal. Cependant la portée de celui-ci, sans être extraordinaire, est déjà assez considérable ($11^{m},30$).

L'absence des fers combinés pour résister à l'écrasement, ou si l'on aime mieux, à l'écartement des fermes donne, avec plus d'espace en hauteur, plus de grâce à l'ouvrage.

Ce comble, construit tout récemment par le serrurier Leclère, de Paris, est couvert en zinc; les voliges sont arrêtées par des vis dont les trous sont percés d'avance dans les fermes.

Les fig. 6 et 7, pl. III donnent les sections des fermes à la hauteur du faîtage et au-dessus du sabot, et les détails d'assemblage.

Enfin nous dirons un mot du véritable monument métallique élevé à Paris pour abriter le grand marché d'approvisionnement de la capitale. Les Halles de Paris, construites par l'architecte Baltard, aidé de son confrère Callet, sortent des célèbres ateliers de Joly (d'Argenteuil). Nous n'entrerons pas dans les détails de cette œuvre remarquable, que l'on peut étudier sur place et dans le livre intitulé : *Les Halles centrales de Paris, par Victor Baltard, architecte, membre de l'Institut, et feu Callet, architecte.* L'ensemble grandiose formé par les pavillons et les rues couvertes construits tout en fer et en fonte, forme un admirable travail, sur lequel ont été copiés tous nos marchés parisiens et ceux de nos principales villes de France.

« Les ferronniers, dit M. Boileau, déjà cité, qui tiraient dès lors un excellent parti de l'union solidaire des fers spéciaux à la tôle pour les combles et les planchers des bâtiments, ne tardèrent pas à s'emparer de certains ouvrages de nature fort diverse, exécutés jusque-là avec d'autres matières. Ils se partagent maintenant avec les maçons, l'établissement des phares, des piles de ponts, etc.; ils font concurrence aux charpentiers pour l'exécution des vaisseaux, des portes d'écluse, des escaliers, des pans dits de bois; ils fabriquent au lieu et place des menuisiers, des fermetures de boutique, des portes, des croisées, des châssis, des persiennes, etc. Dans l'établissement des vivres de la guerre, par exemple, la part de la ferronnerie ne fut pas limitée à la construction, elle fut aussi appelée à remplacer en fer, le mobilier assez compliqué, et les anciens appareils en bois destinés aux divers services de la manutention. Dans le même temps, la fonte de fer qui entrait comme matière principale dans la construction des ponts de Solférino, de l'île Saint-Louis, etc., se prêtait sous une autre forme à l'érection du puits de Grenelle. »

Les poutres et les poutrelles.

Il est une sorte d'ouvrages que la charpente en bois était impuissante à produire, nous voulons parler des poutres et des poutrelles à très-longues portées. Avec l'introduction du fer dans la charpente, le constructeur se fit un jeu de leur fabrication.

On entrevoit facilement les ressources précieuses que ces ouvrages offrent à l'architecte chargé d'exécuter des planchers de surfaces extraordinaires, au-

dessus de vastes salles destinées soit à des réunions publiques, soit à des expositions ou à tout autre usage qui réclame un emplacement d'une grande superficie.

Les poutres et les poutrelles sont d'une fabrication facile. Elles se composent généralement de deux cours de fer d'un profil spécial, soit à simple té, ou à

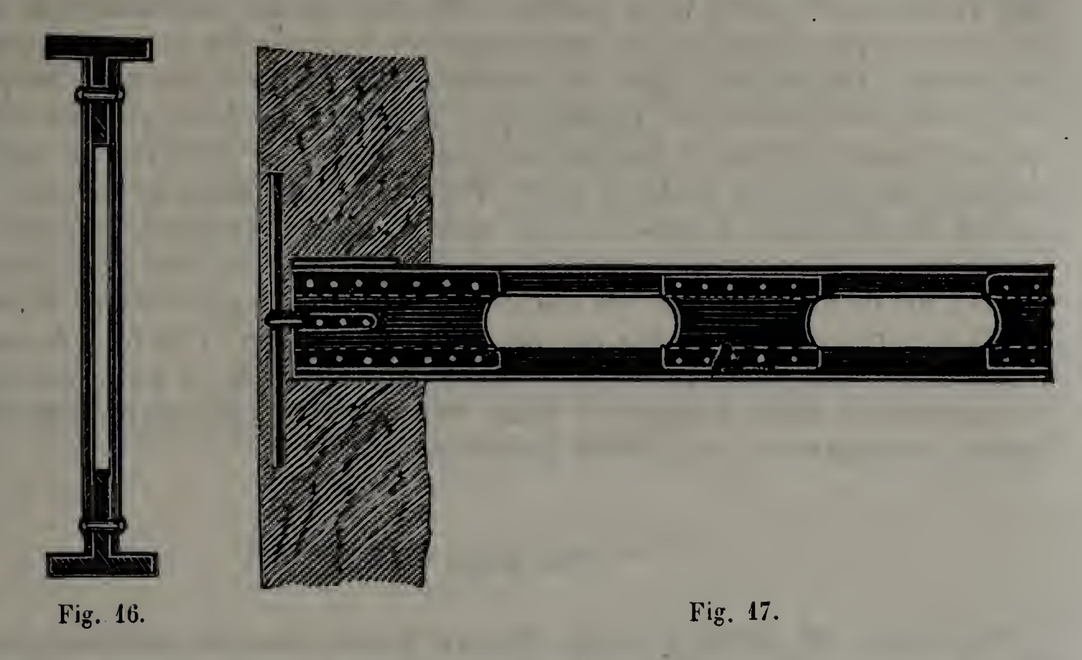


Fig. 16. Fig. 17.

cornière, dont la force varie suivant la longueur de l'ouvrage et la résistance qu'il doit avoir. Ces cours de fer, qui forment comme la carcasse de la poutre, sont réunis par des feuilles verticales de tôle évidées ou non d'ouvertures qui allégissent singulièrement ces sortes de charpentes. Un autre genre de remplissage est aussi employé : il se compose, soit d'une suite d'entretoises posées obliquement, pour former une ligne brisée continue, soit de croix de Saint-André. Les assemblages se font à l'aide de plaques de reliage et de rivets analogues à ceux qu'emploie la grosse chaudronnerie, ou de boulons.

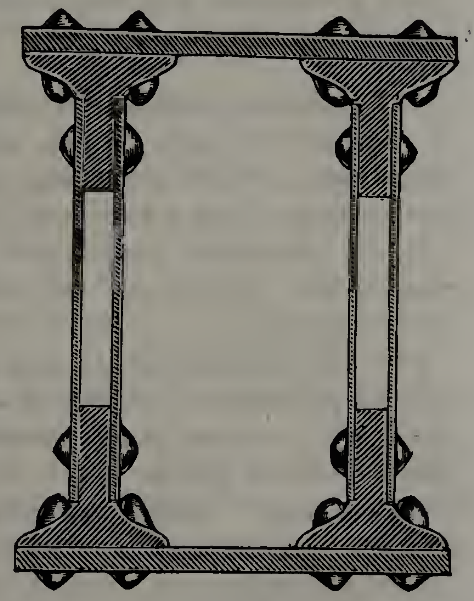


Fig. 18.

Avec les formes qui viennent d'être décrites, les poutres et les poutrelles en fer peuvent non-seulement rester apparentes, mais elles se prêtent encore à l'ornementation, à la décoration de nos édifices nouveaux. Les ouvertures dans les premières parois verticales ou remplissages dont nous venons de parler, peuvent prendre toutes les formes, et la scie à métaux, en suivant les dessins d'un artiste habile, les enjolivera suivant tous les caprices de l'imagination. Les entretoisages peuvent au besoin recevoir des appliques de toute nature. Enfin les extrémités de ces poutres peuvent reposer sur des corbeaux, sur des consoles plus ou moins richement ornés.

Nous donnons quatre dessins représentant : ceux qui portent les n°s 16 et 17, une poutrelle ajourée composée de deux cours de barres de fer à simple té et de deux lames verticales en tôle ; le croquis n° 18, la coupe d'une poutre tubulaire composée de deux poutrelles semblables aux précédentes, accouplées au moyen de deux cours de fer plat rivés horizontalement ; enfin la fig. 1, pl. 4 donne l'élévation d'une partie de poutrelle composée de deux cours de fers à simple té, reliés

par des croix de Saint-André continues formées par un système ajouré, en fer d'un profil semblable.

Toutes ces poutrelles, on le voit, réunissent à la rigidité une sorte d'élégance, qui leur permet de rester visibles, ainsi que nous venons de le dire.

Quand elles doivent être renfermées dans l'intérieur de la construction, et que l'écartement entre leurs portées n'excède pas les longueurs que les forges ne peuvent pas dépasser, on peut employer simplement le fer à double té qui se fabrique maintenant dans des conditions tout autres que dans les premières années de ses applications. En Belgique, on trouve des barres de fer de ce profil qui ont jusqu'à $0^m,40$ de hauteur avec des chapeaux de 0,145 de large et des sections variant entre 0,014 et 0,019 d'épaisseur au milieu de la lame. Ces fers pèsent de 85 kilog. à 100 kilog. le mètre courant. D'autres fers de la même provenance présentent une meilleure assise encore : ils sont à très-larges ailes, ont $0^m,305$ de hauteur avec des chapeaux de $0^m,190$, leurs sections varient entre 0,023 et 0,025 $^1/_2$. Leur poids est de 115 à 120 kilogr. Ces fers énormes font d'excellents tabliers de ponts, des fermes gigantesques, et enfin des poutres et des poutrelles d'une solidité et d'une résistance très-grandes, mais ils ont le défaut, comme on le voit, d'être très-lourds.

Les pans de fer.

Nous avons vu que le fer avait d'abord trouvé son emploi dans la charpente de nos grands monuments, puis dans celle de nos maisons. Tous les jours surgissent de nouvelles applications de ce métal à la construction. C'est ainsi que dans ces derniers temps il nous a été donné d'étudier une importante innovation, nous voulons parler du *pan de fer*.

Les principaux avantages du pan de fer, appelé à remplacer le pan de bois, sont les suivants :

1° Économie d'espace, la section horizontale du pan de fer étant inférieure de plus de $^2/_5$ à celle du pan de bois, puisque ce dernier établi dans de bonnes conditions a $0^m,25$ d'épaisseur y compris ses deux enduits, et qu'un pan de fer, de résistance bien supérieure, peut n'avoir que $0^m,14$.

Il est inutile de s'appesantir sur ce premier avantage au point de vue de la construction parisienne. On connaît les prix élevés des terrains de la capitale, c'est tout dire;

2° L'incombustibilité du pan de fer;

3° La possibilité d'adosser des tuyaux de cheminée sur cette nouvelle muraille métallique, ce qui était interdit par l'autorité, avec juste raison, quand on construisait en pan de bois;

Ce troisième avantage est l'un des plus précieux pour l'architecte, auquel il permet de nouvelles dispositions dans la division des étages. Ainsi, par exemple, au lieu d'éloigner ses cuisines des cours principales, comme il le faisait autrefois, et de les éclairer imparfaitement sur des courettes exiguës, il pourra, grâce au pan de fer, leur donner de l'air et de la lumière en quantité suffisante ;

4° La non-absorption de l'humidité; on sait que les pans de bois ne peuvent même pas supporter celle du rez-de-chaussée de nos constructions. On est obligé, par cette raison, de les faire porter sur des parpaings. Les pans de fer, ne redoutant rien de ce côté, peuvent descendre jusqu'au sol des caves, si l'on a soin de recouvrir les fers d'enduits pour les rendre inoxydables, et de faire les hourdis en ciment;

5° La rapidité d'exécution et la facilité du montage en place, à cause de la

simplicité des assemblages, qui, grâce à la forme des fers entrant dans sa composition, se réduisent à quelques plaques ou équerres boulonnées ou rivées;

6° Le chaînage plus sûr et plus solide des solives en fer des planchers. Nous ajouterons qu'il est plus exact, parce que les harpons qui retiendront les solives sur les pans de fer, seront toujours bien serrés sur le métal qui ne perdra pas d'épaisseur, comme cela arrive avec le bois. De là, une rigidité presque absolue;

7° L'absence de tassements irréguliers qui sont amenés par le jeu des bois, dans les pans non métalliques. Le pan de fer est un ensemble bien homogène et capable par conséquent de résister plus sûrement;

8° Enfin, et pour terminer cette longue énumération, une économie sur le prix des murs en moellon et en brique, par lesquels on remplaçait souvent les pans de bois. Cette économie comprend celle qui résulte de l'absence du chaînage n'existant pas avec le pan de fer qui se chaîne par lui-même.

Nous trouvons, dans un ouvrage dû à l'un de nos confrères (1), la description d'un pan de fer, qui ressemble comme disposition de construction, aux pans de bois de nos charpentiers. Nous la donnons ci-dessous :

Composition d'un pan de fer.

Détails pratiques. — « Supposons un pan de fer partant du rez-de-chaussée d'un bâtiment, soit comme mur de refend, d'échiffre ou de face sur cour. Le socle, à la hauteur de $0^m,50$ à $0^m,60$, sera en roche très-dure, avec une retraite extérieure de $0^m,05$, afin de donner au parpaing une résistance suffisante. Au-dessus du parpaing, bien arasé de niveau, existera la plate-forme en fer plat de $0^m,14$ à $0^m,16$ (suivant la hauteur des fers à té composant le pan de fer). Dans la dite plate-forme sont ménagés des trous pour recevoir les tenons ronds des poteaux en fer.

Dans un pan de fer de cinq étages, par exemple, les pièces d'assemblage sont les suivantes :

1° Poteaux corniers;
2° Poteaux de baies;
3° Poteaux de remplissages;
4° Sablières en fer à té, accouplées à chaque étage;
5° Entretoises reliant tous les poteaux ensemble;
6° Dans les grandes portées au-dessus des vides, il est convenable de placer des décharges qui s'assembleront avec les sablières;
7° Chaises à chaque hauteur d'étages recevant les abouts des sablières et jumelles d'assemblage, avec âme au milieu percée de bout en bout pour recevoir les boulons;
8° Ancres et tirans fixés sur les sablières;

Les poteaux corniers pourront être en fonte, mais il est préférable de les construire en cornières assemblées, ou encore au moyen de deux fers à té, assemblés par des cornières et boulonnés ensemble.

L'extrémité supérieure de ces poteaux reçoit à tous les étages ou tous les deux étages, si l'on emploie des fers de 7 mètres de longueur, un système d'assem-

(1) M. Stanislas Ferrand, architecte. Extrait du journal la *Construction*, 2e année n° 16.

blage composé de plates-bandes boulonnées avec le fer à té, et formant repos pour le poteau supérieur.

Les extrémités des poteaux sont entre-chevauchées dans la hauteur moyenne de 0m,15, ce qui constitue un excellent assemblage donnant une grande rigidité aux poteaux.

Les poteaux de baies et de remplissages se composent de barres à double té à larges ailes, de 0m,14 et du poids maximum dans la hauteur du rez-de-chaussée.

Dans la hauteur du 1er au 2e étage, ils se composent de fers à double té, à larges ailes de 0m,12, minimum.

Dans la hauteur du 2e au 3e étage, ils sont en fer à té ordinaire de 0m,12.

Dans la hauteur du 4e au 5e étage, ils sont en fer idem de 0m,12.

Ces poteaux sont distancés, dans les parties pleines, de 3 mètres d'axe en axe, et sont assemblés entre eux, dans la hauteur, par des entretoises à écrous servant à les maintenir dans la verticale.

Dans les murs où il existe des baies, des poteaux sont placés aux angles des croisées ou des portes, de manière à recevoir les dormants en menuiserie. A la hauteur du linteau, ils sont réunis par une traverse en fer à té assemblée à plat et sur laquelle vient également se visser le dormant de la croisée ou le bâti de la porte.

Les sablières, qui existent à tous les étages, se composent chacune, pour le premier et le deuxième plancher, de deux fers à té de 0m,12, assemblés avec croisillons, dans les parties ou les poteaux sont rapprochés de 1 mètre à 1m,50; elles sont en fer à té de 0m,10 pour le troisième, le quatrième et le cinquième plancher, et de 0m,08 pour le sixième plancher.

Il faut observer que les portées des sablières sont très-faibles, *mais* qu'elles sont soulagées à toutes les baies par les poteaux, que les charges sont également réparties sur leur longueur totale, et que le hourdis donne aux filets une très-grande résistance à la rupture.

Le pan de fer ainsi composé, assemblé dans toutes ses parties, boulonné, chaîné par les solives même des planchers, relié avec les gros murs pignons et de face, est évidemment une construction sérieuse, bien comprise, capable d'une grande résistance à la charge, aux secousses soudaines, aux tassements. Elle est d'une durée illimitée. »

Cette description a été faite évidemment devant l'objet construit, cela saute aux yeux, elle est donc parfaitement exacte.

Presque servilement, l'auteur de cette construction a copié le pan de bois, et avec raison, il a conservé les décharges, qui sont des pièces posées en diagonale dans les travées pleines. Sans décharges, un pan de bois ou de fer n'est pas ce que l'on appelle contreventé; il ne présente pas de résistance suffisante au roulement.

Notre sentiment est que le pan de fer dont la description précède est suffisant; mais peut-être est-il d'un prix trop élevé. Il serait facile, comme nous le verrons tout à l'heure, de réduire ce prix de revient.

Un constructeur de Paris, M. Grand, nous a soumis, il y a déjà quelque temps, un système de pan de fer, qui, quoique incomplet, nous a séduit par la modicité de son prix. D'une composition analogue à celle dont parle M. Ferrand, mais avec des assemblages plus simples encore, ce pan de bois revient à 11f,40 le mètre superficiel, y compris la maçonnerie. Voici le sous-détail de ce prix :

Construction et mise en place du pan de fer.	5f,80
Légers	2 ,05
Briques de remplissage.	3 ,55
Total.	11f,40

Le pan de bois revient à 11f,80; quant au mur en briques, il ne coûte pas moins de 15 francs le mètre superficiel.

M. Boileau, en vrai novateur qu'il est, propose un nouveau système qui mérite certainement d'être étudié. Partant du principe de l'énorme puissance de la résistance de la fonte à l'écrasement (1), il soutient que les pièces verticales qui composent le pan de fer, doivent être en fonte, et que pour généraliser l'emploi de ce nouveau mode de construction, ces pièces doivent être faites à l'avance, afin que le ferronnier puisse les trouver, chez les dépositaires de nos fonderies, aussi facilement qu'il trouve des colonnes.

Pour arriver à ce résultat qui semble, de prime-abord, très-pratique, il faudrait évidemment que les fondeurs consentissent à fabriquer des poteaux de longueurs variées. Un nombre peut-être trop excessif de ces pièces serait ainsi demandé à nos industriels métallurgistes; elles resteraient longtemps dans les magasins des marchands, voilà certes la pierre d'achoppement du système dont nous parlons.

La fig. 2, pl. 4 représente un pan de fer du système Fontanet. Il est composé de fers spéciaux bien appropriés pour faciliter les assemblages. Les épaisseurs de ce pan de fer sont pour le 1er et le 2e étage de 0m,14, pour le 3e et le 4e de 0m,12, enfin pour les 5e et 6e de 0m,10.

A sablière haute en fer à double té; BB poteaux d'huisserie; C décharge; D tournisse; E linteau; F appui; G potelet; H croisillons remplaçant les poteaux; I décharges doubles; J croisillons remplaçant les décharges et tournisses.

On voit que le pan de fer dont nous donnons le croquis est un composé de plusieurs idées réunies.

Cette construction métallique repose sur un poitrail en fer soutenu par des colonnes : le plancher haut du rez-de-chaussée est formé de solives en fer à té s'appuyant sur le poitrail. Le plancher haut du premier étage a ses solives assemblées sur la sablière, afin de prendre moins d'épaisseur. Toutes les sablières sont armées de tirans avec des ancres à leurs extrémités, comme dans les pans de bois.

LES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

Habitations, usines, églises, marchés, etc., etc.

Nous abordons, dans ce chapitre de notre étude, un sujet des plus intéressants, en ce qu'il prouve que le XIXe siècle n'est pas impuissant à créer un style nouveau, comme on serait tenté de le croire, d'après les déclamations et les lamentations de certains écrivains. Ceux-là nous rappellent les vieillards qui déclarent que tout était bien dans leur jeunesse, mais que les choses vont de mal en pis depuis qu'ils sont vieux.

Eux autres, en qualité de pessimistes qu'ils sont, trouvent que nous manquons d'idéal en architecture, et que, par conséquent, nous sommes complétement incapables d'avoir à nous une forme artistique incontestablement nouvelle; qu'il nous est impossible de créer des types originaux.

Nous ne perdrons pas notre temps à répondre à des dénigrements souvent voulus, à guérir l'aveuglement de quelques-uns, à discuter le parti pris de ces

(1) La fonte résiste à l'effort de la compression, à raison de 8,000 kilog. par chaque centimètre carré, si sa longueur ne dépasse pas cinq fois son diamètre.

hommes dont on pourrait excuser l'ignorance, s'ils étaient de bonne foi. Mais outre ces phrases systématiques, toutes ces attaques qui jouent la passion, ne sont qu'autant de plagiats. Aux yeux de certains contempteurs, il est beau de savoir se décrier soi-même : cette belle idée devient maîtresse dans la cervelle étroite des routiniers qui la suivent.

Et voilà ce qui nous vaut ces belles plaintes au sujet de la décadence de l'art, ces regrets et ces larmes, le tout émanant de gens qui ne peuvent faire un pas sans se heurter à des édifices dont l'aspect original et les dimensions dénotent un art nouveau, qui n'a qu'un seul tort, celui de ne pas encore avoir donné tout ce qu'il promet. Ces monuments par leur hardiesse, par leur légèreté, auraient certainement étonné le génie des constructeurs anciens qui n'auraient rien pu comparer, de leurs œuvres, aux dimensions grandioses, et à l'aspect décoratif de ces résultats palpables auxquels sont arrivés les novateurs du XIX[e] siècle.

Autres temps, autres mœurs, autres usages, autres croyances ! Au moyen-âge, l'artiste inscrivait sur la pierre à laquelle il donnait des formes mystiques, sa foi religieuse. Aujourd'hui, la grandeur de la science, la force de l'industrie, les nécessités du progrès social, sans lequel l'humanité ne serait rien, nous touchent plus particulièrement. Nous cherchons à indiquer les nécessités de la vie, tant matérielle qu'intellectuelle, au moyen des formes pratiques et des décorations extérieures que nous sentons devoir parler aux yeux et à l'imagination humaine. Qu'est-ce que la façade extérieure de la bibliothèque de Sainte-Geneviève, par exemple ? Un livre. A l'étranger qui voit Paris pour la première fois, si l'on demande, en faces des Halles centrales, à quoi peut servir cette suite de monuments métalliques, il répondra sans hésiter : à un marché public.

Le cachet d'originalité réclamé par les déclamateurs dont nous parlions tout à l'heure, n'est-il pas empreint sur ces œuvres magistrales? Qui en doute, est frappé de cécité.

C'est grâce au fer, à la fonte, que nous avons, hommes de ce siècle, enfanté un style tout à fait caractéristique, qui nous distingue complétement de nos devanciers. C'est grâce à ces matières qui braveront l'action destructive du temps, que les siècles à venir, dans leur impartialité, sauront reconnaître, en même temps que notre valeur industrielle et artistique, l'appropriation judicieuse que nous savons faire des éléments matériels de la construction, aux besoins de la vie.

Si nos lecteurs ont admis les principes que nous venons d'essayer d'établir, ils admireront avec nous les merveilleuses applications que les constructeurs actuels ont su faire, dans l'emploi raisonné d'un métal, devenu, tout à coup, la base fondamentale de notre système de construction.

Nous n'avons examiné jusqu'à présent, dans cette étude rapide de la charpente en fer, que des productions partielles, c'est-à-dire faites au point de vue du remplacement des bois que la nature ne nous fournit que par quantités relativement trop minimes, vu la multiplicité des besoins. Nous allons faire voir que l'industrie actuelle peut faire davantage, et qu'à la solidité elle a su ajouter la magie de l'art décoratif qui consiste aujourd'hui, tout en faisant la part de l'élégance et de la grâce, à présenter à l'œil afin de le satisfaire plus complétement encore, une grande hardiesse, et cette légèreté que l'on n'obtiendra jamais avec la pierre. De plus, ces qualités incontestables doivent, ainsi que nous l'avons dit, s'allier étroitement à l'objet pour lequel l'édifice a été construit et indiquer le but que l'on s'est proposé. N'est-il pas exact d'affirmer que, si ces conditions diverses ont été observées dans les édifications métalliques modernes, nos ingénieurs et nos architectes du XIX[e] siècle possèdent la science du vrai dans l'idéal ?

Sans parler longuement des maisons d'habitation dont les parois et les inté-

rieurs se font entièrement en fer, à l'aide des pans, des planchers, et des points d'appui de métal, nous pouvons donner une idée de l'utilité de ces constructions que l'Angleterre et la France, particulièrement, fabriquent depuis quelques années pour les livrer aux peuples pratiques des États-Unis. Rien de plus simple que ces sortes de constructions, qui se démontent et se remontent à volonté, et n'emploient que le terrain strictement nécessaire. Le sol, très-souvent coûteux, et plus souvent encore très restreint, perd ainsi ses désavantages, puisque l'on peut en tirer tout le parti possible, en livrant plus d'espace à ses habitants.

Une maison ainsi construite est-elle placée en bordure d'une voie publique que les agglomérations successives de la population rend trop étroite : on la démonte et, grâce aux repères exacts indiqués sur toutes les pièces qui la composent, elle est remontée sur un point en arrière, plus à gauche, plus à droite, sans aucune difficulté. La voie s'abaisse-t-elle, son niveau est-il surélevé? La maison obéit à ces nécessités de la vie publique. Enfin le terrain sur lequel elle a été édifiée est-il exproprié pour une cause quelconque, rien n'est perdu comme dans les villes dont les bâtiments sont en pierre, ou faits de matériaux inférieurs au point de vue des propriétés chimiques et physiques; le propriétaire n'est dépossédé qu'en partie, car il fait, bien facilement, transporter et reposer sa maison un peu plus loin.

Mais, nous objectera-t-on, s'il vous est accordé que ces facilités sont considérables au point de vue utilitaire, et que l'on obtient avec ce système la légèreté et quelques autres avantages, que devient l'ornementation?

Notre réponse est vraiment trop facile. Avec la fonte de fer, on obtient aujourd'hui tout ce ce l'on veut. A l'intérieur, on peut couvrir les murs de lambris, revêtir les plafonds d'ornements quelconques, les entourer de corniches de métal; à l'extérieur, les façades les plus riches peuvent être exécutées, à moins de frais qu'avec la pierre qui exige des ravalements des plus coûteux. Tous les ornements qui font partie de ces décorations sont posés en applique et le plus facilement du monde, c'est-à-dire à l'aide de vis à métaux. Ils sont creux, d'une épaisseur aussi faible que possible, et par conséquent d'un prix peu onéreux, si l'on considère que le même modèle peut, sans arriver à la banalité, servir un assez grand nombre de fois.

On le voit, rien de plus pratique que les maisons en fer. Les murs sont formés de cloisons doubles, formant un vide intérieur qu'il est facile de remplir avec les premiers matériaux qui se trouvent sous la main de l'ouvrier. On pare ainsi aux dangers qu'occasionneraient les brusques différences de température. La terre, à elle seule, peut fournir ce remplissage économique; on la pilonne, elle devient solide et saine à l'habitation.

Il faut avouer que si ce procédé de construction avait été connu de nos pères, et employé par eux dans nos principales villes de France, aussi bien que les pans de bois, qui n'étaient pas plus faciles à établir que nos murailles de fer, les budgets municipaux s'en seraient bien trouvés. Par le temps d'embellissements qui court, les indemnités formidablement élevées que nous avons vues distribuer, bien légitimement sans doute, auraient été de beaucoup moins importantes. Mais ne nous appesantissons pas sur ce sujet, que nous déclarons être des plus pratiques, et que des esprits fâcheux pourraient traiter de rêverie.

Cependant, l'usine dont nous donnons deux dessins, fig. 1 et 2, pl. 5 est une construction toute en fer, qui pourrait, au besoin être transportée au loin, sauf les massifs en maçonnerie sur lesquels elle repose au milieu des eaux. Cette usine est celle de M. Ménier, à Noisiel (Seine-et-Marne); elle a été élevée sur les dessins de M. J. Saunier, architecte, par un constructeur de Paris, M. Moisant. C'est un immense vaisseau métallique dont les murailles ont $0^m,15$ seulement d'épaisseur, elles sont formées de fers à profils spéciaux dont les nervures sont

utilisées pour recevoir un remplissage en maçonnerie, qui pourrait très-facilement être remplacé par des feuilles de tôle. Les planchers sont en fer à double té, et reposent sur des poutres assises à leurs extrémités sur des consoles; elles sont aussi soulagées, dans leur longueur, et dans la hauteur des deux premiers étages supérieurs par des colonnes dont la base est solidement établie au moyen de poutres tubulaires. L'étage sous comble a son plancher supporté par deux aiguilles partant des entraits des fermes, et boulonnées sous les poutres de support. Enfin le comble est composé de fermes ajourées, reliées comme à l'ordinaire par un système de pannes; en pénétration sont des séries de lucarnes disposées sur les quatre faces.

Les façades de cette importante construction industrielle indiquent très-clairement sa destination, ainsi que l'on peut s'en rendre compte à la fig. 1 de cette planche qui est l'élévation de la façade principale. On voit bien là qu'il s'agit d'un bâtiment des plus utiles, d'une usine. Malgré le caractère très-accusé de cette façade, on ne peut lui refuser une certaine élégance. Les remplissages des murailles, l'entrée vitrée de l'usine, les chaîneaux à lambrequin, sont autant de motifs d'ornementation dont l'architecte aurait pu tirer un plus grand parti, s'il l'eut voulu, mais on sent qu'il a cherché à rester sobre, sérieux et qu'il a seulement voulu indiquer, par des lignes, le genre de construction métallique qu'il a adopté.

Ce bâtiment a des fondations en pierre, ainsi que nous venons de le dire; ces fondations plongent dans la rivière dont les eaux font mouvoir l'outillage de l'usine. Cependant l'étage en sous-sol est encore en grande partie en fer, notamment pour les planchers, les cloisons et clôtures de ses larges baies, ainsi que cela est figuré aux dessins accompagnant la présente description.

L'ossature du bâtiment est composée, sur les piles, d'un cadre formé de poutres tubulaires de $0^{m},715$ de hauteur. A égales distances des deux côtés du cadre, sont deux autres corps de poutres tubulaires de même hauteur, destinés à supporter les colonnes des planchers supérieurs, le plancher du rez-de-chaussée et les parties les plus importantes de la transmission des forces motrices résultant de la puissance hydraulique de trois turbines placées sous le bâtiment.

Les portées des poutres reposent sur des semelles en fonte ayant une épaisseur de $0^{m},10$, et formant sommier sur les piles.

La partie supérieure de ces poutres reçoit les pieds des différents montants en fer divisant les parois de la construction en un certain nombre de travées, remplies par des briques de diverses couleurs, formant des dessins à répétitions symétriques. Quand ces montants sont placés aux angles, leur sommet s'assemble avec les arrêtiers du comble; lorsqu'ils forment les divisions principales, ils se réunissent aux pieds des arbalétriers des fermes; enfin, quand ils ne sont qu'intermédiaires, ils sont placés au droit des lucarnes.

Tous sont assemblés entre eux par un système de reliage composé de traverses horizontales en fer à simple té, et de croisillons en fer à double té, à ailes inégales, laissés apparents sur les façades.

L'ensemble de ces façades, se compose donc par ce fait, d'une série de losanges et de triangles garnis de briques. Un certain nombre de ces divisions reçoit les cadres dormants des croisées.

La couverture du comble est faite en *tuiles Muller*, reposant sur des fers à cornière formant le lattis. Les chevrons en fer à double té ont leurs extrémités basses coudées, afin de recevoir la face ornée du chaîneau. Enfin, la crête, en terre cuite, est emboîtée sur des tiges rondes en fer faisant partie du comble.

Deux paratonnerres, situés à chaque extrémité du bâtiment, ne sont nullement isolés de la masse métallique; ils y sont, au contraire, reliés de façon que

le fluide électrique puisse s'y diviser et se perdre ensuite dans l'eau au moyen des conducteurs qui ne sont autres que les fers de la construction.

La façade opposée à celle de l'horloge est garnie dans toute sa hauteur, d'une cage de forme demi-octogonale, dans laquelle se trouve renfermé un escalier en fer qui dessert les divers étages de l'usine.

Le bâtiment, ainsi qu'on le voit dans la coupe, comprend cinq planchers, dont un de sous-sol, placé au-dessus des moteurs hydrauliques plongeant dans la Marne. Les solives de ce plancher sont recouvertes d'un parquet formé de feuilles de tôle striée. Celui du rez-de-chaussée, dont les solives s'assemblent dans les poutres tubulaires est hourdé par des voûtes en briques, recevant les lambourdes d'un parquet en bois.

Les planchers supérieurs sont hourdés de même. Dans les parties qui correspondent aux axes des moteurs, sont disposées des séries de poutres en treillis, qui reçoivent les supports des arbres de commande et de transmission.

Toutes les croisées de l'usine sont en fer; elles possèdent un double vitrage, afin de conserver à l'intérieur du bâtiment une température égale, ce qui est nécessaire à la fabrication du produit de l'usine (1).

Le poids total de l'ossature métallique, non compris les deux ponts qui donnent accès au bâtiment, est de 538,000 kilogrammes, répartis de la manière suivante :

Poutres tubulaires, etc.	130,000 kil.
Façades en fer	160,000
Combles : fermes, chevrons, lattis	50,000
Planchers en fer	150,000
Fontes diverses	48,000
Ensemble	538,000 kil.

La surface totale du bâtiment est de 485 mètres superficiels, ce qui donne un poids d'environ 1,109 kil. pour chaque mètre. Les poutres tubulaires des façades latérales ont 40 mètres de longueur, et ont été amenées sur les piles par les moyens employés ordinairement pour lancer les grands ponts.

La différentes et ingénieuses combinaisons que nous venons d'étudier ont permis d'atteindre le but suivant : relier tout l'ensemble de la construction, afin de porter des poids considérables et de résister aux vibrations inégales communiquées par la transmission du mouvement des moteurs aux machines composant un outillage très-important.

De nos jours, quelques monuments religieux ont été, pour ainsi dire, construits rien qu'avec l'aide du fer et de la fonte. Parmi ceux-là, nous citerons en première ligne l'église Saint-Eugène, à Paris, qui s'élevait en 1855, dans le faubourg Poissonnière, sur les dessins et sous la direction de M. Boileau.

Le programme que s'imposa ce constructeur habile, consistait : 1° à tirer parti des avantages que comporte la construction en fer pour utiliser un terrain coûteux et restreint, en livrant aux fidèles le plus d'espace possible, et en outre pour obtenir l'économie imposée à un fondateur n'ayant à sa disposition que des ressources privées; et 2° à combiner la construction en fer de manière à reproduire, surtout à l'intérieur, les *formes décoratives du style gothique.*

Voici, en peu de mots, les principaux traits de la disposition de l'ensemble : en plan, 36 colonnes en fonte, du haut desquelles s'élancent, dans tous les sens, des arcs en fer qui, réunissant les deux fonctions d'arcs et de fermes, supportent

(1) Le chocolat.

à leur partie inférieure les panneaux des voûtes, et à leur partie supérieure le plancher de la couverture. Ces deux parois en maçonnerie, hermétiquement closes, laissent entre elles une couche d'air, qui maintient l'égalité de la température à l'intérieur du vaisseau. Les couvertures, étant jusqu'à un certain point extradossées aux voûtes, la charpente spéciale des combles ordinaires est économisée. Parmi les panneaux des voûtes, généralement triangulaires, qui s'appuient sur les arcs, il en est qui ont jusqu'à 5 mètres de base; ils sont établis au moyen de deux tuiles superposées à plat, avec hourdis, chape et enduit en plâtre sans le secours d'aucune armature secondaire. Outre les colonnes, les meneaux des fenêtres et des roses, les arcs et les balustrades des tribunes latérales et de l'orgue, ainsi que les sofites et les arcatures recevant les retombées des voûtes des tribunes, sont en fonte, de formes apparentes et concourent à la décoration. Le hangar voûté, que l'ossature métallique suffit à maintenir debout est clos, dans son pourtour, par des murs en maçonnerie percés de baies de roses et de fenêtres, au nombre de soixante.

Depuis bientôt vingt-cinq ans, cette église est construite, et cet ensemble métallique considérable n'a donné lieu à aucun des inconvénients de dilatation et d'oxydation que l'on croyait, dès le début, avoir bientôt à redouter.

Ce genre de construction est remarquablement économique; il suffit, pour en donner une idée, de rappeler qu'il a été constaté que le gros œuvre de Saint-Eugène ressortait à 400 francs le mètre carré en plan; ce qui représente environ la moitié du prix de revient d'une église modeste, construite selon les procédés ordinaires (1).

Les colonnes isolées de l'église Saint-Eugène sont en fonte, elles ont été exécutées d'après celles en pierre de l'ancien réfectoire des moines de Saint-Martin-des-Champs (actuellement la bibliothèque du Conservatoire des arts et métiers, à Paris).

Ce monument présente un ensemble complet au point de vue de l'utilisation du fer comme matière principale de la construction architectonique. Réalisant en même temps le principe de la construction en fer et ses conséquences, son ossature, qui supprime les efforts de poussée des voûtes, et conséquemment les arcs-boutants, ainsi que la majeure partie des contre-forts, constitue à elle seule le système de stabilité de la construction, où la maçonnerie ne sert plus qu'à former les parois de clôture. Sa combinaison diffère essentiellement de celle des ossatures en pierre, sa solidité étant assurée à l'aide de simples *contreventements*, tandis que les dernières ont besoin d'être énergiquement *contrebutées* pour se maintenir.

On doit au même constructeur : l'église du Vésinet, où l'on remarque non-seulement des arcs en fonte, ajourés sous les voûtes, et des faisceaux de colonnettes également en fonte, mais encore une nouvelle forme de voûte, motivée par les propriétés du métal composant l'ossature. Les voûtes ainsi disposées se contrebutent mutuellement, de sorte que leurs poussées, déjà très-réduites par la rigidité des arcs, sont complétement annulées, et que toute leur action se réduit à une pression verticale. Ce sont, par le fait, des *voûtes buttantes*, contrairement aux voûtes tout en maçonnerie, qui exigent des *buttées*.

Les églises construites d'après les mêmes principes d'ossature métallique sont celles de Juilly, de Notre-Dame-de-France à Londres, de l'Abergement Clémencia (Ain), etc., etc.

A Paris, plusieurs églises nouvelles ont des ossatures en fer. Nous remarquons

(1) Voir l'*architecture ferronnière*, par M. F. Husson, qui donne les dessins d'ensemble et les détails de cette église.

entre autres celles de la Trinité et de Saint-Augustin, parmi celles-là. Dans le premier de ces monuments, construit par l'architecte Baltard, cette ossature en fonte et fer est apparente et décorative. A Saint-Augustin, le même architecte a introduit, dans une construction élevée en pierre, une ossature composée de supports en fonte et d'arcs ajourés en même métal, supportant les remplissages des voûtes sous la charpente du comble. Le dôme de cette église est tout en fer, cet ouvrage de charpenterie métallique est remarquablement complet, et d'une grande hardiesse. Enfin, le campanile qui le surmonte, entièrement en fonte de fer, est complétement apparent, sans aucun revêtement de n'importe quelle nature.

La nouvelle église de Ménilmontant est encore l'une de celles qui possède une ossature ferronnière, supprimant les arcs-boutants, en réduisant les poussées de la nef, au moyen d'arcs-doubleaux et diagonaux en fonte franchement accusés. Cette correction apportée à la disposition des butées du système de la construction gothique, jointe à un heureux choix de proportion, a donné des résultats très-satisfaisants pour l'aspect extérieur de cette église (1).

Mais l'application du fer à la construction de nos monuments publics avait été plus complète dans l'église Saint-Eugène et les autres temples dus au même architecte, et c'est grâce à ces applications, qui parurent des plus audacieuses, que ce système prit de l'extension.

Les nouveaux marchés publics de nos villes, et surtout les Halles centrales de Paris, doivent être considérés comme autant d'édifices entièrement métalliques, puisque ce qu'il entre de maçonnerie dans leur construction ne se compose exactement que de remplissages, du moins en élévation.

Mais jusqu'à présent, on a continué dans le genre d'édification de ces marchés; la reproduction des dispositions antérieures à l'emploi du fer, pour obtenir le jour sous de vastes surfaces couvertes, où des ouvertures faites dans les parois latérales sont insuffisantes à cause de leur éloignement des points milieux: En effet, nous remarquons que dans toutes nos halles couvertes on a imité les anciens combles dont les vitrages étaient disposés soit sur leurs longs pans, soit au moyen de lanternons placés au-dessus du faîtage, ainsi que nous le faisons voir nous-même dans plusieurs des figures de la présente étude. D'un autre côté, dans les filatures, on éclaire la superficie couverte au moyen d'un système qui laisse beaucoup à désirer, et que nous appellerons : le *système des chiens assis*, par analogie à la forme dénommée ainsi en charpente.

La couverture vitrée a de très-grands désavantages : les infiltrations des eaux pluviales, les suintements dus à l'action de la buée, l'obscurité relative amenée par le dépôt des poussières et l'amoncellement des neiges, les chutes accidentelles des verres qui peuvent occasionner des accidents, et par-dessus toutes ces choses, quand il s'agit surtout d'abriter des expositions (comme au palais de l'Industrie), les mauvaises conditions de lumière et de température, voilà ce qu'on reproche, avec juste raison, aux différents systèmes de combles vitrés appliqués jusqu'à ce jour.

L'architecte de Saint-Eugène, duquel nous avons parlé plusieurs fois déjà, nous présente un nouveau système de marché en fer, dont les combinaisons font disparaître tous ces inconvénients. Cette construction, qui est une innovation complète, est représentée fig. 3, pl. 4.

Dans ce système, l'auteur nous semble avoir trouvé l'éclairage rationnel des grands espaces couverts, en utilisant les fermes du comble comme autant de châssis vitrés verticaux, de façon à obtenir un jour à 45 degrés, comme dans les

(1) Le fer, principal élément constructif de la nouvelle architecture.

ateliers d'artistes, c'est-à-dire à répartir la lumière le plus favorablement possible. Si ce mode de construction est jamais adopté, comme nous l'espérons, pour abriter une salle d'exposition des beaux-arts, il ne sera plus nécessaire, afin de corriger la mauvaise direction de la lumière, de disposer des auvents et des plafonds en toile sous les vitrages, ainsi que nous y voyons procéder, à chaque salon annuel, par les tapissiers.

Comme on le voit en consultant notre dessin, les fermes de ces combles sont de véritables poutres ajourées en treillis; leurs extrémités reposent sur des montants en fonte qui complètent le système de *contreventement* dans le sens transversal, sans que l'auteur ait recours aux cordes et aux contre-fiches. Sur leur longueur, ces fermes portent alternativement, en haut et en bas par travées, des parties de couvertures et de plafonds cintrés, au moyen de solives ou chevrons qui s'y attachent, de sorte que les vitrages transversaux et verticaux insérés dans les fermes laissent passer la lumière entre les couvertures hautes et basses, d'une travée à l'autre. C'est une combinaison de ressauts très-ingénieux, qui donne un jour excellent, tout en protégeant les personnes contre les excès de la chaleur, et qui se prête très-facilement aux travaux d'entretien et de nettoyage.

Les voûtes obtenues par ce procédé de construction sont absolument dégagées de toute espèce de tirans, d'entraits, de poinçons, etc. La perspective intérieure y gagne; elle est d'un très-bon effet, surtout parce que l'œil embrasse sans être arrêté tous les points de la salle couverte, ce qui n'arrive pas avec le comble ordinaire armé de tringles et d'objets divers apparents.

Ce marché en fer, qui peut, comme on le voit, servir à d'autres destinations, et auquel l'inventeur donne le nom de *Halle-Basilique*, a l'avantage, suivant lui, de coûter beaucoup moins cher que les marchés des divers types construits à Paris. Quoiqu'il n'y ait encore, à l'heure qu'il est, aucun ouvrage exécuté de ce genre, il assure que son prix de revient offre une infériorité de 20 $^0/_0$, c'est-à-dire, en chiffres exacts, que nos marchés actuels coûtant 100 francs le mètre superficiel, il se chargerait d'en construire de son système, au prix réduit de 80 francs le mètre.

LES CARTES ET LES GLOBES

PREMIÈRE PARTIE

RÉSUMÉ HISTORIQUE DE LA CARTOGRAPHIE

PAR

M. Léon Chateau

Directeur de l'École professionnelle d'Ivry.

SOMMAIRE.

La géographie chez les Anciens. — Hérodote, Hannon le Carthaginois, Pythéas, Ptolémée. — La table de Peutinger. — La cartographie jusques et y compris les Carlovingiens. — Les Arabes. — Lacune de trois siècles. — Les Catalans. — Les xiv[e] et xv[e] siècles. — Monuments cartographiques. — Le xvi[e] siècle et les grands voyages. — Sébastien Munster, Gérard Mercator, Abraham Ortélius. — xvii[e] siècle. Nicolas Sanson, les Delisle, Danville, les Cassini. — Le Dépôt de la Guerre. — Le Dépôt de la Marine. — Construction des cartes. — Principales projections.

La géographie chez les Hébreux, les Phéniciens et les Grecs. — L'idée de représenter aux yeux l'image en petit de la forme, de l'étendue et de la situation relative des diverses parties de la terre, n'est certes pas nouvelle. Il faudrait remonter à Moïse et aux Hébreux pour connaître à peu près le commencement certain de la science géographique et des premières descriptions de la terre habitée.

Sans doute les Juifs puisèrent en Egypte l'art de dresser des *cartes*: nous savons l'habileté des Egyptiens à lever les contours des terres que le Nil couvrait de son limon. D'un autre côté il n'est pas douteux que les Phéniciens, ce premier peuple navigateur, n'aient pas exécuté des cartes des rivages qu'ils parcouraient; Hérodote nous assure même qu'ils tenaient secrets aux étrangers ce qu'on a appelé depuis des *portulants*.

Nous arrivons à Homère dont les descriptions géographiques se trouvent surtout dans l'Odyssée. Comme tous les poètes primitifs, Homère prend son pays, la Grèce, comme centre du monde. Les cartes qu'on a essayé plusieurs fois de dresser d'après l'Odyssée et l'Iliade, nous montrent, en effet, un disque entouré par le fleuve Océan, une grande *mer* intérieure, et dans cette mer, au beau milieu, la Grèce; l'Asie-Mineure et les îles de Cypre, d'Eubée, et surtout Ithaque lui font cortège.

Après la géographie homérique, il faut franchir quatre siècles environ pendant lesquels la géographie ne fait que peu de progrès. Cependant on suppose que c'est pendant cette période que parut le premier traité de géographie et qu'il eut pour auteur Hékatée de Milet.

Hérodote. — Le savant d'Avezac, en parlant des Grecs, croit que la plus ancienne carte, au dire de Strabon et de Diogène Laërce, fut dressée par Anaximandre, disciple de Thalès; toujours est-il qu'il faut arriver au temps d'Hérodote, qui lisait son Histoire aux Grecs assemblés pendant les fêtes de 81e olympiade, (456 ans avant J.-C.) pour avoir des descriptions positives comprenant un cercle de plus de 1500 kilomètres de rayon. En effet les cartes dressées d'après les descriptions du « Père de l'Histoire » qui avait, on le sait, beaucoup voyagé, occupent une assez vaste étendue, depuis l'occident de l'Europe, l'Indus en Asie, jusqu'à l'Ethiopie en Afrique ou Lydie.

Environ un siècle plus tard, Hannon le Carthaginois, exécute son voyage ou Périple autour de la Méditerranée; un demi-siècle s'écoule et Eudoxe de Cnide compose un *Itinéraire universel* dont il ne reste que des citations en petit nombre, « perte d'autant plus à regretter, que cet ami, ce compagnon de voyage de Platon, avait le premier entrepris d'assujettir la géographie à des observations astronomiques, et qu'il a eu l'honneur d'être insulté par Strabon à côté d'Hérodote, ce qui doit faire penser qu'il donnait, comme le Père de l'Histoire, beaucoup de relations véridiques et contraire aux systèmes des géographes ».

Alexandre le Grand, après Hippocrate, à qui on doit le plus ancien ouvrage de géographie physique ; Xénophon qui dut à ses connaissances géographiques la gloire et le salut de ses dix mille compagnons d'armes, et Aristote l'illustre maître du héros macédonien, Alexandre, dis-je, avait attaché à son expédition d'Asie, comme ingénieurs géographes, Diognètes et Béton, chargés de relever les marches journalières de l'armée macédonienne, pendant que Néarque et Onésicrite exploraient le littoral maritime. Ptolémée Philadelphe eut des envoyés qui continuèrent ces reconnaissances; et si l'on peut douter que les uns ou les autres aient eux-mêmes graphiquement construit les résultats de leurs opérations, du moins trouve-t-on mentionnées dans Strabon, d'*anciennes cartes* dont la discussion paraît inséparable de celle des résultats mêmes dont il s'agit.

Pythéas. — Quoiqu'il en soit, ces expéditions augmentèrent le domaine de la science géographique ou en éclaircirent les parties obscures, et elles nous conduisent au voyage de Pythéas, ce grec-gaulois de Marseille qui, au IVe siècle avant J.-C. entreprit une excursion au delà des colonnes d'Hercule « dans l'Océan septentrional ». Son absence dura une année environ, et le premier croit-on, il employa le gnomon. — Pythéas était « un homme de résolution et de science, éminemment doué de toutes les qualités nécessaires pour ouvrir de nouvelles voies au commerce sur des mers inconnues, et pour élargir le cercle des connaissances géographiques ».

Il est probable que toutes les cartes dressées jusqu'alors n'étaient faites qu'au moyen de simples lignes ou de combinaisons plus ou moins grossières de délinéations odométriques, peut-être assujetties à une échelle, mais certainement point à la graduation géognomique, qui paraît avoir pris naissance dans l'École grecque d'Alexandrie seulement, héritière des traditions de l'Egypte, de Tyr et de l'Ionie. On suppose que le premier qui construisit des cartes sur cette base, fut Eratosthènes qui a dressé un planisphère du monde connu de son temps. Hipparque substitua à la projection plate d'Ératosthènes, un châssis à méridiens convergents, en tenant compte du décroissement des degrés de longitude proportionnellement à l'élévation des latitudes. Marin de Tyr revint à la carte *plate*, et Ptolémée, « le divin » reconstruisit à son tour stéréographiquement les résultats corrigés par Marin, de la même manière qu'Hipparque avait reconstruit et corrigé ceux d'Eratosthènes.

Ptolémée. — Ptolémée, qui florissait au commencement du IIe siècle de notre ère, est l'auteur de l'*Almageste*, traité d'astronomie dont les Arabes se sont emparés; on lui attribue un *planisphère* qui porte son nom. Ce planisphère ne paraît point avoir été discuté par les Romains, et tout fait supposer que ceux qui ornaient, au dire d'Euménius, les portiques de l'École d'Autun, étaient de simples copies de la carte du géographe grec, ou des productions plus grossières des artistes romains. Toujours est-il que le peuple roi ne nous a laissé qu'une carte routière, dont on soupçonne que la première rédaction remonte au IIIe siècle, mais dont la copie existante est connue sous le nom de *table de Peutinger*. Ce nom lui vient de Conrad Peutinger, célèbre érudit d'Augsbourg qui s'était chargé de la publier et qui vivait à la fin du XVe siècle. Cette carte est un long rouleau de parchemin où toutes les routes sont développées dans le même sens, de telle sorte qu'elle n'a pas moins de sept mètres du nord au sud, sur trente-cinq centimètres environ de large. Ces cartes routières sont désignées par Végèce sous le nom d'*itineraria picta*; mais il y a tout lieu de penser que ces *itineraria* s'éloignaient moins des configurations topographiques réelles que ne le fait la table de Peutinger.

La cartographie jusqu'aux successeurs de Charlemagne. — Il est clair que dans ce résumé de la cartographie ancienne, à laquelle se mêle forcément un peu d'histoire de la géographie, nous ne pouvons donner une appréciation, même approximative, des représentations graphiques laissées par les Anciens et parvenues jusqu'à nous; nous nous contenterons de quelques indications principales. Ainsi « la mappemonde de Cosmas Indicopleustès, au VIe siècle; celle, dessinée *avec un art subtil*, que possédait le bienheureux Saint-Gall; la grande table d'argent à triple planisphère gravée en relief (*signis eminentioribus*) que Charlemagne légua à ses enfants et que Lothaire mit en pièces; la carte d'après laquelle Théodulfe d'Orléans disait apprendre la géographie (*in tabula pictos edicere mundus*); celle qui accompagne un commentaire de l'Apocalypse du VIIIe siècle conservé dans la bibliothèque de Turin, ne furent, ainsi qu'on en peut juger par ce qui nous en est parvenu, que des monuments d'une déplorable décadence des études géographiques ».

Les Arabes. — La géographie, comme toutes les sciences, fut plongée dans l'oubli par l'invasion des barbares, jusqu'à ce que les Arabes vinrent la tirer du néant; la chaîne qui se rompait entre les mains des latins et des grecs, se renouait en Orient, chez les Arabes. Sous le khalifat d'El-Mâmoun, au IXe siècle, leurs savants, qui traduisirent l'*Almageste*, de Ptolémée, copièrent aussi sans doute ses cartes, mais probablement avec peu d'art, du moins c'est ce qu'on peut en inférer d'après ce que nous connaissons des cartes laissées par les Arabes, depuis celles d'Elm-Hhaouqâl et d'Edrisi, jusqu'à celles de Qazouyny et d'Ebn-el-Ouârdy. Ces productions arabes sont bien inférieures à ce que pouvaient faire espérer les œuvres de ces mêmes cosmographes. Ne quittons pas les Arabes sans rappeler le shérif Al-Edrisi appelé communément le géographe de Nubie, qui composa à la cour de Roger, premier roi de Sicile, ses *Récréations géographiques* pour donner l'explication d'un globe terrestre en argent que ce prince avait fait construire, et qui pesait 800 marcs. Rappelons aussi qu'un abrégé de cet ouvrage d'Edrisi fut traduit en latin par deux moines maronites à qui notre président de Thou donna ordre de faire cette traduction, en 1592. Cet ouvrage parut à Paris sous le nom de *géographia nubiensis*.

Aucun des peuples de l'Europe n'était alors aussi instruit et ne possédait une aussi grande étendue de connaissances géographiques que les Arabes. L'Europe sommeillait. Cependant après une lacune de trois siècles, on y voit poindre

quelques ébauches cartographiques : le chanoine Henri de Mayence dédie à l'empereur Henri V un planisphère aujourd'hui conservé dans la bibliothèque de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg ; les bibliothèques de la Grande-Bretagne offrent diverses cartes et planisphères que l'on croit pareillement du XIIe siècle; un manuscrit des chroniques de Saint-Denis, à la bibliothèque Sainte-Geneviève, en renferme une qui paraît appartenir au siècle suivant; et le moine dominicain, auquel on doit les *Annales* de Colmar, affirme avoir lui-même dessiné, sur douze feuilles de parchemin, une mappemonde dont il ne nous reste que cette simple mention.

Les Catalans. — C'est au XIVe siècle que commence une série de travaux cartographiques qui ont enrichi les bibliothèques de l'Italie, de l'Espagne et de la France. C'est aussi à cette époque que les Catalans, « le peuple le plus éclairé de l'Espagne », font d'importants voyages de commerce qui favorisent singulièrement l'avancement des connaissances géographiques. Un atlas catalan, manuscrit que nous possédons à la Bibliothèque nationale, constitue un précieux monument dont la date peut être fixée à l'année 1375. C'est un des plus anciens documents que l'on connaisse et qui prouve que l'on attribuait à tort aux Portugais l'invention des cartes hydrogéographiques, invention que l'on fixait à l'an 1415.

Monuments cartographiques du XIVe siècle. — En même temps et après les travaux des Catalans viennent « les cartes anonymes qui ornent *Flos historiarium terræ orientalis* de la bibliothèque Laurenziana de Florence ; celles du génois Pietro Visconti, portant la date de 1318 et appartenant à la bibliothèque impériale de Vienne; celle du vénitien Marino Sanuto, datée de 1321, publiée par Bougars, et dont l'original est au Vatican; celle d'Ambrogio Lorenzetti, placée dans le palais de Sienne, et tournant comme une roue pour la commodité des spectateurs ; celle des vénitiens Francisco et Domenico Pizigani, en date de 1367, qui se conserve dans la bibliothèque de Parme; un portulant anonyme, daté 1384, ayant fait partie de l'ancienne bibliothèque Pinelli ».

Pinelli. Le XVe siècle. — Le XVe siècle est riche en monuments cartographiques et quoique ce soit une époque de transition, nous citerons le florentin Buon del Monti vers 1422, et son contemporain Goro Stagio Dati, dont les œuvres se conservent dans la grande bibliothèque de Florence ; le génois Beccari dont on voit à Parme une *carte* datée de 1436 ; Andrea Bianco dont la bibliothèque de Saint-Marc à Venise, possède les cartes, à pareille date ; le camaldule Fra Mauro, dont le célèbre planisphère, terminé en 1459, se trouve au couvent de Saint-Michel de Murano, près de Venise; Grazioso et Andrea Bennisaca, père et fils, qui ont produit, de 1463 à 1476, diverses cartes, répandues dans les bibliothèques de Venise, de Saint-Michel de Murano et de Genève; le vénitien Antonio Leonardi, auteur de deux cartes géographiques datées de 1479; le moine Nicolas Donis, de Reichembach, qui dans une édition de Ptolémée donnée à Ulm en 1486, ajouta quelques cartes nouvelles à celles d'Agathodémon ; enfin le chevalier Martin Behaim, de Nuremberg, négociant qui se rendit en Portugal et qui entreprit, avec le navigateur Diego Cam, un voyage à l'embouchure du Congo. C'est en 1491 que Behaim retourna à Nuremberg et y construisit un globe, aujourd'hui conservé dans sa famille, et qui est curieux par les détails et les annotations dont il est enrichi. Tel est le bilan du XVe siècle. Vient après, la grande découverte du Nouveau-Monde, immense

événement qui donna une puissante impulsion à la cartographie et aux sciences géographiques un nouvel intérêt.

Le XVIᵉ siècle. — Le xviᵉ siècle est remarquable, au point de vue qui nous occupe, pour les progrès considérables faits dans l'art de dresser les *cartes*. C'est l'époque des grands découvertes : l'astronomie, la boussole, l'imprimerie et enfin la grande découverte de Christophe Colomb vinrent donner un élan prodigieux aux cartes géographiques.

La plus ancienne carte connue du Nouveau-Monde, est celle exécutée en 1500, par Juan de la Cosa, l'un des compagnons de Colomb; sur cette carte la découverte du grand Génois n'est pas dénommée, pas plus du reste que sur celle de Jean Ruysch qui publia à Rome en 1508, une édition de Ptolémée avec une carte *gravée* du nouveau continent. Le document sur lequel le nom d'Amérique se trouve inscrit pour la première fois, est une mappemonde de 1520 publiée par Pierre Appian, qui parut à Vienne, et deux ans plus tard à Venise; en même temps Jean Grienenger donnait à Strasbourg une édition nouvelle de Ptolémée avec une mappemonde où le nom d'Amérique est reproduit et dès lors consacré.

Les immenses développements de l'imprimerie et de la gravure contribuèrent puissamment à répandre les cartes géographiques, mais leur enlevèrent « cette individualité qui jusqu'alors avait constitué chacune d'elles comme un monument de l'histoire de l'art » ; mais à côté du bienfait résultant de la diffusion des connaissances géographiques, il n'y a pas à hésiter et à reconnaître que ce fut un progrès considérable. Désormais la cartographie prit un grand essor dans l'Europe occidentale : ainsi en Allemagne, Apianus, Sébastien Munster, d'Ingelheim et Cellarius; en Flandre et en Hollande, Gérard Mercator de Rupelmonde, Abraham Ortelius d'Anvers, Varennius; en Italie, Jacques Castaldo, le piémontais et le savant jésuite Riccioli.

Sébastien Munster, Gérard Mercator, Abraham Ortélius. — Trois hommes, parmi ceux-là, ont mérité le nom de Restaurateurs de la science géographique : Sébastien Munster (1489-1552) le premier, dans la *cosmographia universalis* (1544) essaya de décrire le monde moderne et les cartes qui la composent, gravées sur bois, sont des plus remarquables; Gérard Mercator (1512-1594) exécuta, pour Charles-Quint, deux globes terrestres, admirés des contemporains; il est particulièrement connu pour avoir donné son nom à la projection employée sur les cartes marines, où les parallèles coupent les méridiens à angle droit, et où les uns et les autres sont des lignes droites; enfin Abraham Ortelius ou Ortel (1527-1598), après avoir beaucoup voyagé en Europe, publia son *Theatrum orbis terrarum* (1570) véritable atlas, qui excita une admiration universelle.

Ces trois savants géographes, par leurs travaux, affranchirent pour toujours la science géographique du joug de Ptolémée.

Au xviiᵉ siècle, c'est la France qui entre en lice avec les Sanson, les Delisle, les d'Anville et les Cassini.

Nicolas Sanson. — La première année de ce xviiᵉ siècle naissait l'homme qui devait plus tard « être regardé comme le rénovateur de la géographie moderne en France ». En effet Nicolas Sanson (1600-1667) après avoir été commerçant et ingénieur à Abbeville, reprenait les travaux cartographiques de Mercator et d'Ortélius, continuait et publiait cette fameuse Carte des Gaules qu'il avait commencée à 17 ans, dit-on, et méritait la réputation de premier géographe de l'époque. Mais il ne tint pas compte des observations astronomiques faites de son temps et ne sut pas se soustraire à l'influence qu'exerçait toujours Ptolémée. C'est ainsi, dit M. Vivien de Saint-Martin, que la Méditer-

ranée, dans les cartes de Sanson, est trop longue de 300 lieues, et les côtes extrêmes de l'Asie y sont de 1500 lieues trop avancées à l'Orient.

Quoiqu'il en soit Nicolas Sanson fit souche de géographes : ses trois fils ont laissé des travaux cartographiques estimés.

« L'époque de Leibnitz et de Newton ne pouvait laisser subsister des erreurs pareilles à celles de Sanson. L'invention du télescope répandit et généralisa l'art des observations astronomiques, qui aidèrent puissamment à corriger ou plutôt à refaire les cartes du monde. Le mérite et l'honneur de ce travail remarquable étaient réservés à Guillaume Delisle ».

Les Delisle. — La famille des Delisle ou de l'Isle, eut pour chef Claude, père de Guillaume (1675-1726), qui peut être considéré comme le véritable fondateur du système géographique moderne. En même temps que son père l'élevait dans la science, Cassini lui donnait des conseils et des leçons précieuses pour lui. Son premier travail cartographique, fut la célèbre mappemonde (1700) dans laquelle il donne aux grands continents du globe, leurs dimensions réelles et leurs vraies proportions; il dressa ensuite un globe terrestre et un globe céleste de $0^{m},32$ de diamètre. Delisle, dans ces productions, comme dans les 134 cartes qu'il dressa par la suite, associa la parfaite élégance du dessin, la proportion des détails à l'analyse approfondie des sources et à l'exactitude de la nomenclature.

Danville. — Ce qui est vrai pour Guillaume Delisle l'est davantage encore pour Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville ou Danville, (1697-1782). Lorsque ce grand géographe parut, les travaux des Sanson et des Delisle étaient en possession de la faveur des savants et il fallut à Danville un bien grand mérite pour effacer ces deux réputations. Mais Danville était né géographe dès son enfance : son goût pour la géographie le détournait de tous ses autres devoirs, et même lui fit négliger l'étude des lettres; « tant il est vrai que la réunion de toutes les qualités est la chose la plus rare du monde » !

A quinze ans Danville avait dressé une carte de la Grèce antique ; à 22 ans il était géographe du roi. Son jugement sain, s'élevant au-dessus de tout préjugé, lui fit reconnaître dès l'abord la base sur laquelle on doit nécessairement asseoir tout travail sérieux sur la géographie antique. Cette base sans laquelle tout le reste demeure chancelant et incertain, est une connaissance exacte de la grandeur des mesures linéaires dont faisaient usage les Anciens. Il vint à bout d'établir un *Traité des mesures itinéraires des anciens et des modernes*, dans lequel, après vérifications et évaluations, on est tout surpris de l'exactitude des données de Danville.

Les premières cartes qu'il publia furent ses cartes d'Aragon, celles pour la « description de la France ancienne et moderne », par l'abbé Longuerue. En 1727 il fit paraître ses cartes d'Afrique, celles de Cayenne, de Saint-Domingue, de Palestine, de Chine. Mais ce fut son *Orbis veteribus nôtris* qui l'ont rendu le plus célèbre, et qui est le point de départ de tous ses autres travaux et de tous les travaux postérieurs de géographie ancienne. C'est à la suite de cet ouvrage capital que parurent successivement le *monde romain*, l'*ancienne Grèce*, l'*Asie-Mineure*, l'*Italie ancienne*, l'*Egypte ancienne*, la *Gaule ancienne*, et enfin la suite des *États formés en Europe après la chute de l'Empire romain*. Ce travail est immense. Les explorations récentes de l'archéologie dans ces divers lieux, que Danville n'avait vus que dans ses livres, de même que les astronomes qui ne voient réellement les cieux que dans leurs calculs, n'ont fait qu'augmenter l'estime qui est due à la profonde science du géographe français.

Nous nous sommes étendu sur cette sympathique figure de Danville, qui

s'éteignit à quatre-vingt-cinq ans, quoiqu'il fut d'une santé délicate, parce qu'il fut véritablement le flambeau dont la France s'est servie au XVIIIe siècle pour éclairer la science géographique et préparer l'Europe aux progrès que le XIXe siècle nous montre chaque jour.

Les Cassini. — Nous avons vu, en parlant de Guillaume Delisle, qu'il avait reçu des leçons de Cassini; en effet la famille des Cassini était déjà en possession de la renommée. Le premier, Jean-Dominique (1625-1712), originaire du comté de Nice, avait été appelé en France par Colbert pour faire partie de l'Académie des sciences qu'il venait de fonder. Son fils Jacques, s'occupa aussi d'astronomie, montra autant de zèle pour la science que son père avait montré de génie; il fut aussi membre de l'Académie des sciences.

Mais au point de vue de la cartographie, c'est le petit-fils du premier Cassini, César François Cassini de Thury, (1714-1418) parce qu'il était né dans la terre de ce nom, qui doit surtout être cité; jeune encore il conçut le projet de lever topographiquement la France entière. Le gouvernement de Louis XV, qu'il eut pour élève, l'aida dans les énormes dépenses que nécessita cette vaste entreprise. Mais Cassini de Thury ne vit pas l'achèvement de cette fameuse *carte de France*; le travail était immense: Jacques-Dominique (1747-1845) son fils, le recueillit comme un héritage, et ce fut lui qui eut la gloire de le terminer. Tout le monde connaît cette magnifique carte en 180 feuilles qui couvre une superficie de 11 mètres de hauteur sur 1^{m},33 de largeur; elle est à l'échelle de $\frac{1}{86400}$ et fut terminée en 1793; le Comité de salut public décréta que la carte topographique de Cassini deviendrait propriété de l'État, et qu'on indemniserait les intéressés. C'est sur une réduction au tiers de cette carte qu'à été exécuté l'*Atlas National* qui contenait, pour la première fois, les départements de la France.

Aujourd'hui la carte de Cassini est surpassée par la carte publiée par le dépôt de la guerre; mais comparée aux cartes de France qui l'ont précédée, elle brille encore d'une grande supériorité. Le grand nom de Cassini n'appartient plus aujourd'hui à aucun astronome; mais les quatre générations qui l'ont porté ont assez fait pour que son illustration ne périsse pas dans la mémoire de la postérité.

De nos jours le corps d'état-major a levé et dressé une carte de France gravée au dépôt de la guerre, que nous avons admirée au congrès géographique de 1875.

Le Dépôt de la Guerre. — Le *dépôt de la guerre* a aujourd'hui une telle influence sur la cartographie française, qu'il convient d'y consacrer quelques pages. Il faudrait remonter jusqu'à Sully pour avoir connaissance du premier *dépôt* de documents relatifs aux cartes, plans, mémoires militaires, etc. On fait généralement honneur à Louvois d'avoir fondé véritablement ces *archives* des guerres que la France a eu à soutenir. Mais la vérité est que Abel de Servien, marquis de Sablé, secrétaire d'État de la guerre sous Louis XIII, avait fait réunir, pendant son administration, tout ce que l'on possédait alors de documents et de correspondances militaires. Ce qu'on doit à Louvois, c'est d'avoir fait rassembler dans un grenier de son hôtel, à Versailles, la collection d'Abel de Servien, et d'y avoir ajouté les cartes, mémoires et papiers jugés inutiles au mécanisme de l'administration.

A la mort de Louvois (1691) les matériaux du dépôt de la guerre furent entassés pêle-mêle dans les greniers du château de Versailles, et ce ne fut que sous la régence (1720) que le classement de ces archives commença à être

exécuté par quelques commis qui débrouillèrent ce chaos. En 1733, M. d'Argenvilliers y fit travailler sérieusement et l'année suivante le gouvernement de Louis XV créa la *direction* du dépôt de la guerre et la confia au maréchal de Maillebois. Après lui, le dépôt des cartes et plans fut réuni à celui des fortifications par le comte d'Argenson, ministre de la guerre, et la direction passa aux mains de Berthier, père du prince de Wagram, puis au général de Vault, qui y resta trente ans. Pendant ces longues années, de Vault publia 125 volumes de manuscrits sur l'histoire de nos campagnes de 1677 à 1763; de Vault eut pour successeur le général Mathieu Dumas, alors aide-maréchal des logis des armées du roi.

Le dépôt de la guerre fut transféré une seconde fois de Versailles à Paris, non sans éprouver des pertes irréparables, telle que celle des riches in-folio d'uniformes peints par Parrocel ou exécutés sous sa direction vers la fin du règne de Louis XIV. Le dépôt fut installé à la place Vendôme. Il contenait à cette époque: la correspondance des généraux et des ministres pendant les diverses guerres, depuis l'année 1688; les détails des mouvements de différentes armées; les reconnaissances des théâtres d'opérations, accompagnées de nombreux mémoires descriptifs à l'appui; le précis de l'histoire des campagnes de la fin du XVIIe siècle, et des campagnes du XVIIIe siècle; la collection des principales cartes de toutes les parties de l'Europe; des dessins à la main, croquis des camps, batailles et mouvements d'armées; la collection des plans et des mémoires fait par les officiers d'état-major.

Ce fut en 1793 que Mathieu Dumas quitta la direction du dépôt et que Bouchotte, ministre de la guerre, y nomma le représentant du peuple Calon, ancien ingénieur géographe. Calon épura le personnel des employés et ne put malheureusement pas le remplacer par des personnes ayant des connaissances sur la matière; il en résulta un temps d'arrêt, qui cessa lorsque Carnot fit venir des états-majors de l'armée des officiers instruits dans ce genre de travaux. En 1797 le Directoire réorganisa le Dépôt de la guerre et nomma, en remplacement de Calon, le général Dupont qui laissa bientôt la place au général Ernouf, ancien chef d'état-major de Jourdan à l'armée de Sambre-et-Meuse. Le général Ernouf créa la *bibliothèque* du dépôt, comprenant alors à peine 200 volumes. En 1799 le général de brigade Meunier succéda à Ernouf; vint ensuite le général Clarke qui devint duc de Feltre et fut ministre de la guerre. En 1801 les travaux reprirent une nouvelle activité: de nombreux documents, fruits de nos conquêtes, arrivèrent d'Italie, et le général Andréossy, qui avait été nommé successeur de Clarke par arrêté du consul, fonda le *Mémorial du dépôt général de la guerre*, recueil scientifique et didactique de tous les mémoires, cartes et plans relatifs à l'art de la guerre.

Sous le premier Empire le dépôt de la guerre subit quelques modifications. Andréossy fut remplacé par le général de division du génie Samson qui lui-même eut pour successeur, dans les dernières années de l'Empire, le maréchal de camp Bacler d'Albe. Les directeurs du dépôt de la guerre sous la Restauration, furent successivement le baron de Larochefoucauld et le marquis d'Ecquevilly, ancien officier émigré. Le 6 août 1817, une ordonnance royale prescrivit l'exécution d'une nouvelle carte topographique de la France, destinée à remplacer celle de Cassini, reconnue insuffisante. Cette nouvelle carte fut entreprise en 1821 par le corps des ingénieurs-géographes; mais les officiers d'état-major y concoururent dès 1825, et aujourd'hui c'est à ce dernier corps, dans lequel le premier a été fondu, que cet admirable travail a dû d'être achevé il y a quelques années seulement.

Ce fut en 1817 aussi que fut supprimée la direction du dépôt de la guerre, réunie dès lors à celle de l'artillerie et du génie. Cette suppression dura cinq

ans, et apporta des entraves aux travaux habituels du dépôt et surtout aux opérations de la carte de France. Rétablie en 1822, la direction fut confiée au général Guilleminot. L'ordonnance du 30 janvier organisa le dépôt de la guerre en trois sections; historique, topographique et administrative. Après la révolution de 1830, le général Pelet remplaça le général Guilleminot, et avec lui les diverses branches du service prirent une vie nouvelle; le nombre des sections fut porté à cinq, et cette organisation subsista jusqu'en 1845.

Aujourd'hui le dépôt de la guerre, par décret du 19 septembre 1856, est divisé en deux sections placées sous les ordres d'un colonel ou d'un lieutenant-colonel d'état-major en activité. La première section comprend les travaux relatifs à la géodésie, à la topographie, au dessin et à la gravure de la carte de France; la rédaction de la partie scientifique du mémorial de la guerre; l'administration; la comptabilité; les cartes de fond du dépôt. La deuxième section comprend les travaux historiques et statistiques; la rédaction des opérations militaires depuis 1792; la partie historique du mémorial; l'histoire des réglements depuis leur création; la bibliothèque; les archives.

On voit par ce simple exposé de ce que renferment ces deux sections quelles sont les richesses du dépôt de la guerre et quelle est son utilité, aujourd'hui que les études géographiques ont pris un développement considérable depuis la désastreuse guerre de 1870.

L'œuvre capitale du dépôt de la guerre est, sans contredit, la carte topographique de la France exécutée à l'échelle de $\frac{1}{80000}$. Cette œuvre vraiment magistrale qui a servi de modèle à la plupart des cartes officielles des principaux états de l'Europe a dû emprunter, on le conçoit le concours des sciences astronomique, géodésique et topographique, des arts du dessin et de la gravure; elle a été achevée en 1876, et il a fallu 58 ans de travail aux ingénieurs-géographes et aux officiers du corps d'état-major, secondés par les dessinateurs et les graveurs du dépôt de la guerre, pour élever à la France ce remarquable monument de la science.

Le dépôt de la guerre possède d'autres richesses : indépendamment des réductions de la carte de l'état-major, de ses reproductions sur pierre qui lui permettent d'abaisser le prix de vente de la feuille à 1 fr., et des amplifications par l'héliogravure $\left(\text{de } \frac{1}{40000} \text{ au } \frac{1}{20000} \right)$ du département de la Seine, en 36 feuilles à 0f.25 la feuille, le dépôt livre au commerce la carte de Cassini, celles des campagnes de Napoléon Ier, la plan de Cadix et de ses environs, de Constantinople, la Crimée, les États de l'Église, le Portugal les Pays-Bas, la Grèce, les Cyclades, l'Egypte, le Tyrol, le Liban, St-Dominique, le bassin inférieur de la Plata, etc, etc, sans compter plus de 1,000 mémoires historiques manuscrits, environ 15,000 documents de statistique, une bibliothèque de 25,000 volumes, plusieurs centaines de cartons contenant les correspondances des armées françaises, et une riche collection d'instruments de topographie et de géodésie. Toutes ces richesses, qui tendent à s'augmenter de jour en jour, témoignent de l'infatigable activité des officiers d'état-major et des employés du dépôt de la guerre.

Le Dépôt de la Marine. — En même temps que se créait le dépôt de la guerre se fondait le *dépôt général des cartes et plans de la marine et des colonies*. C'est en 1721 que fut organisé régulièrement ce dépôt et que la direction fut placée entre les mains d'un officier général de la marine. Ce service important eut le monopole des cartes marines; mais on reconnut vite que l'hydrographie était peu avancée, bien qu'elle eût des hommes tels que

Buache, Fleurieu, etc. Ce n'est que depuis les immenses progrès faits par la science, le perfectionnement des instruments d'observation, et le développement de l'instruction des ingénieurs-hydrographes, que les cartes marines purent répondre aux besoins des navigateurs. Aujourd'hui, il existe un foyer scientifique pour la marine, et le champ a été ouvert à une foule de questions importantes négligées jusqu'alors. « Les attributions du dépôt sont la levée, la construction et la gravure des cartes marines; la publication des instruments nautiques et des ouvrages relatifs à la navigation; la réception, la réparation et l'entretien des chronomètres et autres instruments exécutés pour le service de la marine; la conservation des archives nautiques françaises et étrangères; la conservation des chronomètres et autres instruments de précision; le secrétariat, la comptabilité et la correspondance générale; l'impression des cartes pour le service de la marine de l'État ou de la marine du commerce; la réception et la distribution des ouvrages publiés sous les auspices du ministère de la marine et des colonies, et la conservation d'une bibliothèque spéciale, composée de voyages relatifs à la marine. Mais c'est à un des bureaux du ministère, tout a fait indépendant du directeur général du dépôt qu'appartiennent les reconnaissances hydrographiques, les travaux de comptabilité du dépôt, la publication des voyages entrepris aux frais de la marine, l'achat et l'emploi des instruments nautiques et des documents de toute espèce, utiles à la navigation, de telle sorte qu'une demande au directeur général du dépôt passe par ce bureau, et quelquefois y est rejetée ou modifiée, tandis que souvent, au contraire, arrive au dépôt l'ordre d'exécuter avec son propre budget des travaux sur l'opportunité et le mérite duquel on ne le consulte pas. »

Construction des cartes. — Il nous reste maintenant à exposer rapidement les principes et les méthodes constituant la théorie actuelle de l'art cartographique. Tout le monde sait que la sphère n'est pas développable sur un plan, par conséquent on comprendra que la représentation exacte des accidents de la surface terrestre est impossible si on n'a pas recours à des conventions. Le problème comporte un grand nombre de solutions qui ne peuvent être qu'approchées et dont chacune sera complètement déterminée par l'importance prépondérante qu'on voudra attribuer à la reproduction fidèle de tel ou tel ensemble.

« La construction d'une carte peut se diviser en deux parties bien distinctes: la forme et le fond; l'une assujettie à des lois, à des formules géométriques qu'il ne s'agit que de traduire en délinéaments matériels, c'est ce qu'on appelle la *projection*; c'est la portion rudimentaire de l'art; l'autre exigeant l'examen et la discussion préalable de tous les éléments dont l'ensemble doit former le sujet de la carte, c'est là qu'est l'œuvre de science du géographe, là que se résument en un point, en un trait, des semaines, des années de recherches et de calculs. »

On voit donc que le cartographe, l'*ingénieur-géographe*, doit posséder un assemblage de connaissances scientifiques et une érudition profonde et spéciale jointe à un esprit critique, à une vive perspicacité et à une grande rectitude de jugement. C'est ce qui a fait dire qu'un géographe accompli est un savant du premier ordre.

Diverses projections. — Essayons de résumer les divers modes usités pour établir la projection des cartes. Pour réduire la question à la plus simple expression, il suffit d'observer que, comme les méridiens et les parallèles formant une espèce de réseau dont les mailles ont la forme de quadrilatères

étagés par rangées depuis l'équateur jusqu'aux pôles, où ces quadrilatères deviennent des triangles; et, comme l'on peut sans inconvénient sensible, considérer chacune de ces mailles comme couvrant une surface plane, il s'ensuit que le problème consiste, en définitive, à tracer sur le papier des séries de quadrilatères disposés comme l'est le *filet* qui recouvre le solide sphéroïdal. Pour y parvenir on a eu recours à des systèmes dont voici les principaux: 1° l'on peut s'imposer la condition que les azimuts (1) de tous les lieux, par rapport à un point fixe, soient reproduits exactement; on dresse alors la carte du globe par projections *orthographiques* sur le plan de l'horizon du point fixe choisi; 2° on peut exiger que les méridiens rectifiés continuent de concourir en un même point, et de couper les parallèles à angle droit; on projette alors la surface du globe sur un cône circonscrit le long d'un de ses parallèles, et on développe ensuite le cône : c'est la projection *conique*; 3° on peut désirer que les parallèles conservent, en chacun de leurs points, une direction constante, et restent perpendiculaires aux méridiens: on transporte alors les points de la surface du globe sur le cylindre qui y serait circonscrit le long de l'équateur, et on développe ensuite le cylindre: c'est la projection *cylindrique*; 4° on peut vouloir conserver respectivement aux méridiens et aux parallèles, dans toutes leurs parties, des longueurs aussi peu différentes que possible des longueurs de ces mêmes parties sur la surface du globe; on arrive ainsi au mode de représentation qui a été prescrit par le ministre de la guerre pour la construction de la carte de France: c'est la projection du *dépôt de la guerre*; 5° on peut se proposer de reproduire fidèlement les inclinaisons mutuelles des arcs de grands ou de petits cercles tracés sur la surface du globe; on est alors amené à adopter la projection *stéréographique* ou *perspective*, en usage dans la construction des mappemondes: 6° enfin on peut exiger que les surfaces, sur la carte, soient toutes réduites dans un même rapport, c'est alors la projection *homalographique* dont Bobinet est le créateur.

Nous n'entrerons pas dans l'explication de chacun de ces systèmes; il nous faudrait des figures, des formules géométriques, des démonstrations quelque peu arides qui ne seraient pas ici à leur vraie place. Nous aimons mieux signaler, chemin faisant, les projections des cartes exposées qui nous sembleront dignes de remarques Mais ce que nous pouvons faire c'est de renvoyer nos lecteurs aux ouvrages qui nous ont guidé: l'*Encyclopédie nouvelle* articles relatifs aux cartes, l'*Introduction à la géographie* de Lacroix, les *traités de géodésie, de topographie et d'arpentage* de Puissant et de Francœur, etc.

(1) L'azimut, mot arabe, désigne l'angle dièdre que fait avec le vertical d'un astre le méridien du lieu de l'observation, ou encore l'arc de l'horizon qui mesure cet angle.

II

LES APPAREILS DE COSMOGRAPHIE

PAR M. CH. LETORT

DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

Bien que l'on donne généralement à l'astronomie une antiquité fort reculée, nous croyons qu'elle n'a dû mériter qu'assez tard le nom de science proprement dite. Ce n'est que plus tard encore, certainement, qu'elle a pu disposer d'appareils, d'instruments créés pour faciliter ses études, fixer d'une manière durable les résultats auxquels elle était arrivée, et surtout représenter aux yeux les grands phénomènes du monde céleste. Un de nos collaborateurs s'est chargé du matériel relatif aux travaux *astronomiques* proprement dits; nous nous renfermerons donc, en ce qui nous concerne, dans le domaine de la *cosmographie.*

La distinction entre ces deux ordres d'études n'est peut-être pas très-facile à établir d'une manière bien nette. Cependant, en nous rappelant la définition de la *cosmographie* et en limitant notre examen, autant que possible, aux appareils usités dans cette branche de la science, nous parviendrons sans doute à ne pas empiéter sur les attributions de celui de nos confrères à qui incombe l'*astronomie.*

Si l'on s'en rapportait à l'étymologie, la cosmographie serait la description de l'univers, c'est-à-dire des corps célestes qui le composent et des mouvements dont ils sont animés. Aujourd'hui, on comprend sous ce nom l'étude abrégée des instruments et des méthodes d'observation, et l'examen de toutes les questions astronomiques dont la solution n'exige que la connaissance des éléments des sciences. La cosmographie se confondrait donc avec l'astronomie élémentaire, et c'est à ce titre, c'est avec ces bornes limitées qu'elle a pu être introduite dans les programmes des lycées, même pour les classes de lettres.

La cosmographie fournit, du reste, à la géographie d'utiles éléments de travail, et il est toute une partie de l'étude de la terre qui rentre dans son cadre.

Mais nous n'avons pas à examiner les méthodes de la cosmographie ni à exposer ses principes scientifiques. Notre tâche est plus modeste et nous nous contenterons d'enregistrer les principaux instruments imaginés par les cosmographes anciens et modernes.

On peut dire que le gnomon est le premier instrument astronomique qui ait été employé, et on le retrouve à peu près chez tous les peuples. Tout le monde sait ce que c'est qu'un gnomon; tout le monde connaît cette tige, ce style vertical qui sert, depuis la plus haute antiquité, pour mesurer la longueur des ombres et en déduire la hauteur du soleil. A la pointe du style on a souvent substitué avec avantage une étroite ouverture percée dans une tige ou un mur et laissant passer un rayon de lumière solaire.

C'est par l'observation du gnomon que Pythéas, 250 ans avant notre ère, déterminait, à Marseille, l'obliquité de l'écliptique.

Le style d'un cadran solaire n'est autre chose qu'un gnomon, avec cette différence qu'au lieu d'être vertical, il est parallèle à l'axe du monde.

Nous n'insisterons pas beaucoup sur cet appareil très-simple, dont la construction a donné naissance à tout un art spécial, la *gnomonique*. Nous ne faisons pas ici un traité succinct de cosmographie; nous devons rapporter toujours ces quelques notions à l'Exposition universelle de 1878, et les cadrans solaires, pas plus que les gnomons, ne figurent guères dans les expositions de ce genre, sau quelques exceptions peu nombreuses.

Il n'en est pas de même des sphères et autres appareils analogues destinés à représenter aux yeux telle ou telle doctrine astronomique imaginée pour expliquer le système du monde. Dès l'école d'Alexandrie, vers l'an 300 avant Jésus-Christ, nous trouvons trace de sphères, de sphères armillaires, particulièrement construites pour donner une idée de la combinaison des mouvements des corps célestes.

Les Arabes, beaucoup plus tard, nous apparaissent en possession de globes uranographiques, d'astrolabes, de planisphères du plus grand intérêt, d'une construction perfectionnée et établis d'après des calculs dont la portée est encore, pour nous, extrêmement frappante.

Les globes, soient terrestres, soient célestes, construits aux XVe, XVIe, XVIIe siècles, souvent fort curieux au point de vue de l'histoire de la géographie et de l'astronomie, souvent d'une exécution graphique et artistique remarquable, ces globes sont très-nombreux, soit dans les collections particulières, soit dans les bibliothèques et les musées. C'est littéralement par centaines que nous devrions les compter, si nous devions énumérer tous les objets de ce genre, intéressants à divers titres, qu'il nous a été donné d'examiner soit dans les établissements scientifiques et les bibliothèques de Paris et des départements, soit dans les grandes collections de l'Italie, de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la Belgique.

Comme pour les cartes, les auteurs du plus grand nombre de ces sphères se sont souvent copiés les uns les autres, et l'on pourrait presque réduire à une quantité relativement restreinte de types ou de modèles les échantillons qui nous restent sous cette forme de la science des trois ou quatre derniers siècles.

Or, il existe précisément à Paris une importante collection de monuments d'une grande valeur au point de vue de l'histoire du développement des connaissances géographiques, collection où se trouvent réunis la plupart des spécimens les plus intéressants en ce genre; nous voulons parler de l'Exposition géographique de la Bibliothèque Nationale, exposition dont nous ne saurions trop instamment recommander la visite à nos lecteurs. Elle est établie au rez-de-chaussée de la grande salle dite *des Globes*, à laquelle on accède par le vestibule de la Salle du travail du département des Imprimés, dont l'entrée est rue Richelieu. A cette salle des Globes ont été ajoutées deux autres salles donnant sur la Cour d'honneur de la Bibliothèque.

C'est là que l'administration éclairée et libérale de notre grand établissement scientifique a eu l'excellente idée de rassembler et de placer sous les yeux du public une précieuse série de portulans, de cartes remontant aux VIIIe, IXe, X^e^, siècles, de plans, de globes, d'appareils de cosmographie, etc., qui forment un très-curieux ensemble. On y retrouve la plus grande partie des monuments qui constituaient la belle exposition organisée en 1875, à l'occasion du Congrès géographique, dans la galerie Mazarine, grâce à l'heureuse initiative de M. Léopold Delisle, membre de l'Institut, administrateur général de la Bibliothèque, et à l'activité et au goût de M. E. Cortambert, bibliothécaire de la Section des cartes et plans. Nous nous bornerons à signaler, dans cette riche collection, les objets qui rentrent dans le cadre du travail que nous faisons ici, renvoyant le lecteur, pour le détail et la description complète de tous les monuments composant cette Exposition, à deux articles que nous avons publiés dans *La Nature*, à ce sujet, le 21 août 1875 et le 28 octobre 1876.

Les principaux globes intéressants à examiner sont, d'abord, ceux qui ont fait donner à la salle qu'ils occupent le nom sous lequel on la désigne. Ce sont deux énormes sphère, montées sur des pieds d'une certaine valeur artistique, et pour lesquelles il a fallu pratiquer, dans le plafond, deux ouvertures circulaires, d'environ quatre mètres de diamètre, par lesquelles elles s'élèvent jusque dans la salle du premier étage. On peut donc les examiner soit d'en haut, soit d'en bas. La fig. 1 donne, du reste, une idée de leurs dimensions.

Ces sphères ont été construites sous la direction de Marc-Vincent Coronelli, mort en 1718, cosmographe de la République de Venise, professeur de géographie dans cette ville où il était né, en 1650. Elles datent de 1683 et furent exécutées par les ordres de César, cardinal d'Estrées, qui en fit cadeau à Louis XIV.

L'une est un globe terrestre, fort curieux, donnant parfaitement l'état des connaissances géographiques à cette époque; on y remarque, par exemple, pour ne citer que ce détail, que la Californie est figurée sous la forme d'une île, avec ce nom : *Isle de Californie*; la Chine, les Indes Orientales, l'Australie et la plupart des grandes îles de l'Océanie sont particulièrement défectueuses, soit comme configuration, soit comme position.

Le globe céleste, qui a, comme l'autre, un diamètre de douze pieds, soit environ $3^{m},90$, soit encore $12^{m},249$ ou 37 pieds 8 pouces 1/2 de circonférence, donnerait, d'après une emphatique dédicace à Louis XIV gravée sur une plaque de cuivre doré, l'état du ciel et la position des constellations, planètes, etc., le jour où est né le grand Roi, « le plus grand présent », disait le cardinal d'Estrées, « qui eût jamais été fait à la terre ».

Comme exécution, ce globe, ainsi que le précédent, est très-remarquable, et il faut vraiment déplorer l'état d'abandon où l'on a trop longtemps laissé ces magnifiques spécimens de la science du XVIII[e] siècle. Recouvert de peintures pleines de goût et d'une grande finesse d'exécution, cé globe céleste porte, en relief, les étoiles et les principaux cercles qui sont de bronze doré. Plusieurs cartouches renferment des légendes explicatives, des remarques sur les constellations, sur l'obliquité de l'écliptique, etc. Sur ce dernier grand cercle, on a placé une espèce de curseur portant l'image du Soleil et pouvant se mouvoir sur toute la circonférence, de façon à figurer les différentes positions de l'astre aux diverses époques de l'année, sa situation suivant les saisons, etc.

Sur le globe terrestre, les mers ont été peintes d'une couleur bleu foncé ; les terres sont blanches, pour que les nombreuses inscriptions qui y ont été mises soient plus visibles. Enfin, comme ce fut longtemps l'habitude sur les monuments de ce genre, on a figuré, dans beaucoup de régions, soit sur terre, soit même au milieu des mers, des animaux, des végétaux, des poissons, des navires, en un mot, ce qui peut donner au spectateur une idée des productions de chaque pays, de ses habitants et de leurs costumes.

Les grands globes de la Bibliothèque Nationale sont, à notre avis, parmi les plus belles reliques scientifiques de la science des derniers siècles, et il est à désirer qu'on prenne au plus vite les mesures nécessaires pour en assurer la conservation, ce qui devient de jour en jour plus difficile.

A côté de ces sphères gigantesques, on en voit deux autres, plus petites, de 40 pouces ($1^{m},082$) de diamètre, dont l'une, terrestre, a été exécutée par Coronelli, en 1688, et l'autre, céleste, a été construite en 1693 par Deuvez, d'après Coronelli. Toutes les deux sont montées sur bois, avec pied délicatement sculpté, méridien en cuivre, etc. Composées chacune de trente feuilles, ces belles sphères, à l'époque où elles furent faites, constituaient les pièces les plus grandes qui eussent été gravées jusque-là : l'exécution en est remarquable.

Pour terminer avec les globes de Coronelli, disons que les monuments que

nous venons de décrire ne sont pas les plus gigantesques qui aient été construits. Les Houd, les Blaeuw se sont rendus célèbres, en Hollande, par les leurs. Celui de Long, de Cambridge, en Angleterre, a un diamètre de 18 pieds. Un globe

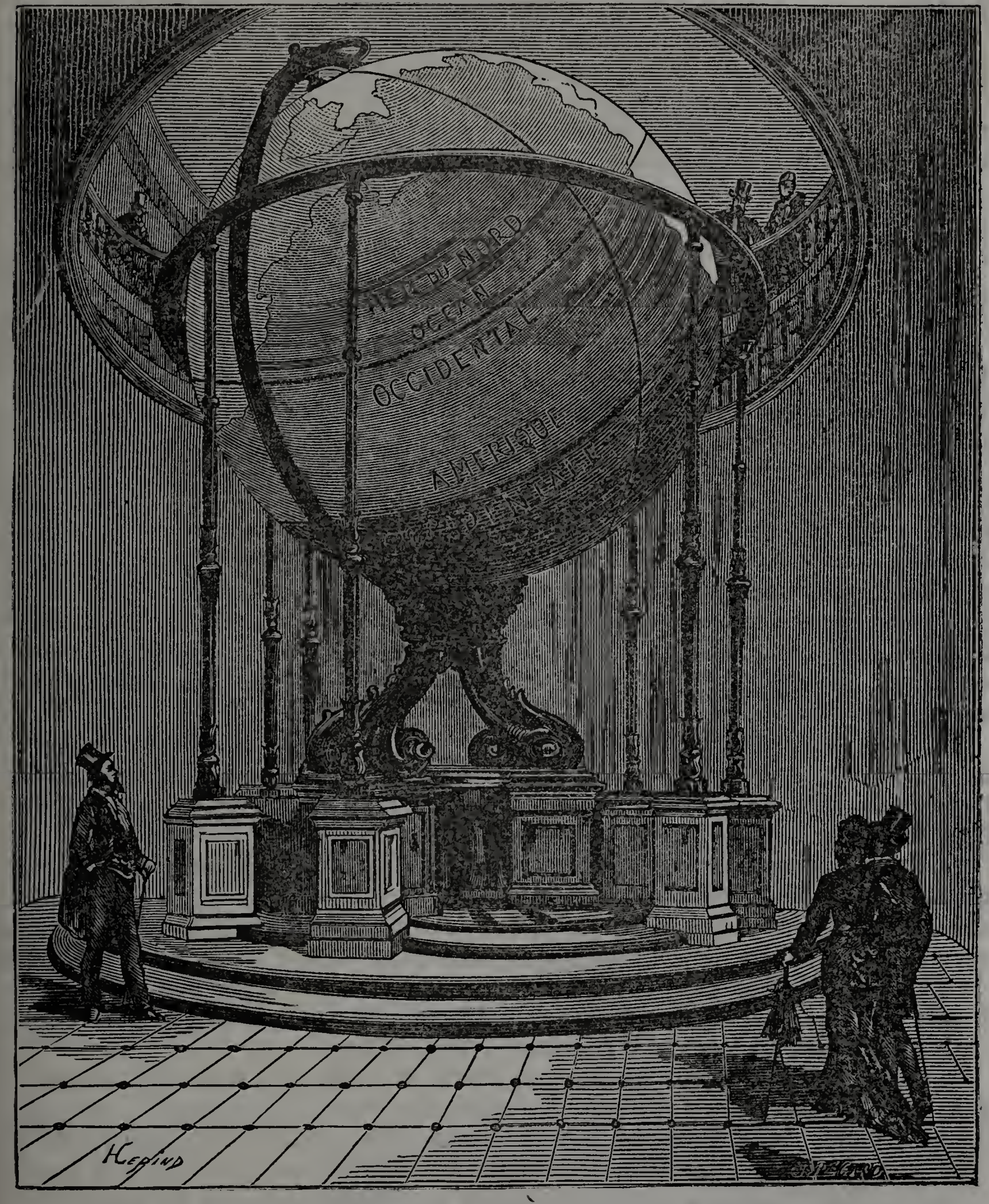


Fig. 1. — Globe terrestre de Coronelli (1683), à la Bibliothèque nationale de Paris. (Diamètre = $3^m,90$).

de Blaeuw, construit en 1664 et qui se trouve à Saint-Pétersbourg, n'a que 7 pieds.

Enfin M. de Langlois avait installé à Paris, en 1825, un géorama, énorme globe d'une quarantaine de mètres de circonférence, dans l'intérieur duquel pénétrait le spectateur; de là, on voyait autour de soi toutes les parties du monde, représentées sur la matière transparente qui avait servi pour la construction de cette gigantesque machine.

Si nous jetons encore un coup d'œil sur l'exposition géographique de la Bibliothèque, nous y voyons quelques autres sphères qu'il est intéressant de noter. Voici une sphère terrestre, par exemple, que recouvre une sorte de calotte qu'on élève et qu'on replace à volonté, et qui figure l'épaisseur de la croûte superficielle de la terre, la hauteur des montagnes, etc.

Dans un cadre, nous trouvons un globe terrestre en fuseaux, développé, d'origine espagnole, datant du seizième siècle et manuscrit.

Voici deux globes terrestres, par J. Senex, de 1725; l'un deux, que nous avons fait dessiner, est représenté ci-après fig. 2, 1°. Dans la même salle, on voit, à droite, un globe terrestre moderne, par Adami et Kiepert. Un peu plus loin, un globe très-curieux, ayant pour titre un Avis aux lecteurs, en latin, et portant plusieurs légendes latines relatives aux productions, aux mœurs des divers pays et aux découvertes des voyageurs, ainsi que des cartouches représentant les peuples, les personnages allégoriques et les productions de ces contrées. L'auteur, dont on peut déchiffrer le nom, est Arnoldus Florentius, à Langren.

Sur une table de pierre Jager à réuni, condensé dans un seul cadre, une foule de renseignements géographiques et cosmographiques, avec des aiguilles mobiles qui permettent de trouver, sur une circonférence partagée en nombreuses divisions, diverses indications relatives aux saisons, etc.

Citons encore, pour les personnes qui s'intéressent à ces curieuses études d'histoire scientifique, un globe céleste en bronze, fait à la Mecque au seizième siècle; un globe terrestre en cuivre, du seizième siècle, probablement d'origine espagnole. Les noms sont en latin, et le titre porte : *Nova et integra universi obs* (*orbis*) *descriptio;* un globe céleste arabe-koufique, extrêmement intéressant, en bronze, du seizième siècle, et que nous reproduisons ci-après, fig. 2, 2°; enfin deux ou trois monuments tout à fait modernes, deux sphères céleste et terrestre en creux, par Joseph Silbermann, figurant séparément les hémisphères soit austral, soit boréal.

Un globe terrestre, exécuté en 1482 par Martin Behaim, existe à Nuremberg et offre cette particularité, qu'il y a une lacune à la place où devrait se trouver l'Amérique, non encore découverte au moment où il fut dressé. On en voit un beau fac-simile à la Bibliothèque nationale.

Quand un professeur expose à ses élèves les lois des mouvements des corps célestes et les phénomènes qui en résultent, il est souvent arrêté par la difficulté de les faire comprendre, à cause de leur complication et de leur grande variété. Les figures qu'il trace sur le tableau ne suffisent pas, quelque soin qu'il y apporte, pour rendre claires ses démonstrations, parce que les mouvements simultanés ne sauraient être convenablement représentés par des combinaison de lignes où tout reste nécessairement immobile.

Aussi a-t-on, à diverses époques, inventé des appareils destinés à venir en aide à l'intelligence de la jeunesse ou à représenter matériellement une doctrine astronomique. On a d'abord construit des machines figurant le système solaire tout entier, les planètes et leurs positions respectives; on a reproduit le mouvement de la lune autour de la terre, etc., et l'imagination des cosmographes s'est souvent donné carrière pour produire des appareils mécaniques plus ou moins étranges.

Si l'on parcourt les collections de la Bibliothèque Nationale à ce point de vue, on rencontre quelques machines de ce genre encore fort intéressantes à examiner.

Voici, par exemple, un appareil cosmographique en cuivre, que nous avons fait dessiner, fig. 3, et qui représente, sur une face, les constellations boréales et les signes du zodiaque, ainsi que la correspondance de ces signes avec les saisons, les heures, les jours; sur l'autre face, le mouvement des planètes autour du soleil : comme on le voit, c'est une pièce du XVII[e] siècle, exécutée avec beau-

coup d'art et de goût, par Thuret. Un appareil cosmographique du même auteur, datant de 1725, renferme un mécanisme d'horlogerie qui lui faisait jadis indiquer les jours, les mois, les années, ainsi que diverses circonstances astronomiques.

Voici une sphère armillaire représentant le système de Ptolémée (mouvement du soleil et de la lune autour de la terre), et une autre représentant le système de Copernic (mouvement des planètes autour du soleil), toutes deux du dix-septième siècle.

Plus loin, c'est un cadran solaire, avec la description d'une partie du globe, gravés sur marbre, par P. Lemaire, et datant du dix-septième siècle.

Dans une vitrine de la deuxième salle sont réunis un certain nombre d'objets dont nous ne donnerons qu'une rapide indication et dont nous avons reproduit un seul, malgré l'intérêt qui s'attacherait à un examen détaillé de la plupart de ces pièces : le petit cadran solaire cylindrique figuré sur la gravure, fig. 2, 3°, est du dix-septième siècle.

Le zodiaque arabe, fig. 3, pl. I, et l'astrolabe français, fig. 4, pl. I, qui font partie de la même série, sont exposés avec un astrolabe arabe, un autre astrolabe arabe-koufique et un allemand construit en 1626 à Nuremberg, par Georges Hartmann ; d'autres astrolabes français et allemands se trouvent, du reste, dans la même vitrine.

Voici un instrument pour montrer les rapports des mouvements du soleil et de la lune relativement aux signes du zodiaque et aux mois, et exécuté sans doute au seizième siècle. Voici une boussole-cadran, avec calendrier, signes du zodiaque, heures pour les différentes époques de l'année, les 360 degrés de l'horizon, et exécutée en 1652 par Étienne Migon : c'est un travail manuscrit. Voici plusieurs boussoles chinoises, un cadran solaire, en cuivre, avec une boussole : celui-ci, sur la face opposée à la boussole, porte un homme armé d'une épée, avec les emblêmes de la chasse et de la pêche, et la date de 1560.

Signalons enfin une machine assez curieuse et d'une assez belle exécution. C'est une sphère d'après Ptolémée, pour expliquer les mouvements du Soleil et de la Lune autour de la Terre, portant, sur un cercle qui entoure la terre, cette indication : *Fait par Jérôme Martinot, orloger et valet de chambre du Roy.*

Cette sphère est montée en cuivre avec roues pour produire les mouvements. Une petite mappemonde représentée sur une surface plane se trouve en dedans du cadran du pôle arctique. Par les détails de cette carte, ainsi que par le style, on voit que l'appareil date du règne de Louis XIV. Le pied est en bois sculpté et doré et porte une boussole en cuivre.

Mais tous ces appareils, plus ou moins curieux, savamment imaginés et exécutés avec art, ne remplissaient, en somme, qu'assez imparfaitement le but qu'on s'était proposé : ils étaient compliqués, fort dispendieux, incommodes ; ils se prêtaient assez mal à la démonstration des phénomènes particuliers.

Il y a vingt ou vingt-cinq ans, un habile artiste, M. H. Robert, horloger de la marine, pensa qu'il était possible de remédier à ces inconvénients. Étudiant de près les conditions à remplir, il construisit un appareil spécial pour chaque ordre de phénomènes résultant d'une même cause ; il en fit ainsi environ une dizaine qui furent bientôt introduits et employés avec succès dans les lycées de Paris, dans des lycées et collèges de province, dans les grands établissements d'instruction publique, etc. Un règlement d'études édicté par le ministre de l'instruction publique, vint, du reste, prescrire l'emploi d'appareils uranographiques pour l'enseignement de la cosmographie dans les lycées. Nous ne ferons qu'énumérer les principaux.

L'Appareil des saisons se compose d'un plateau carré, au centre duquel est une boule portée par un support et figurant le Soleil. Sur le plateau et sur une

circonférence, sont inscrits les mois de l'année, les différentes saisons et les signes du zodiaque, que la Terre, figurée par un globe, parcourt successivement dans sa révolution. L'axe de la Terre est terminé par un bouton destiné à pro-

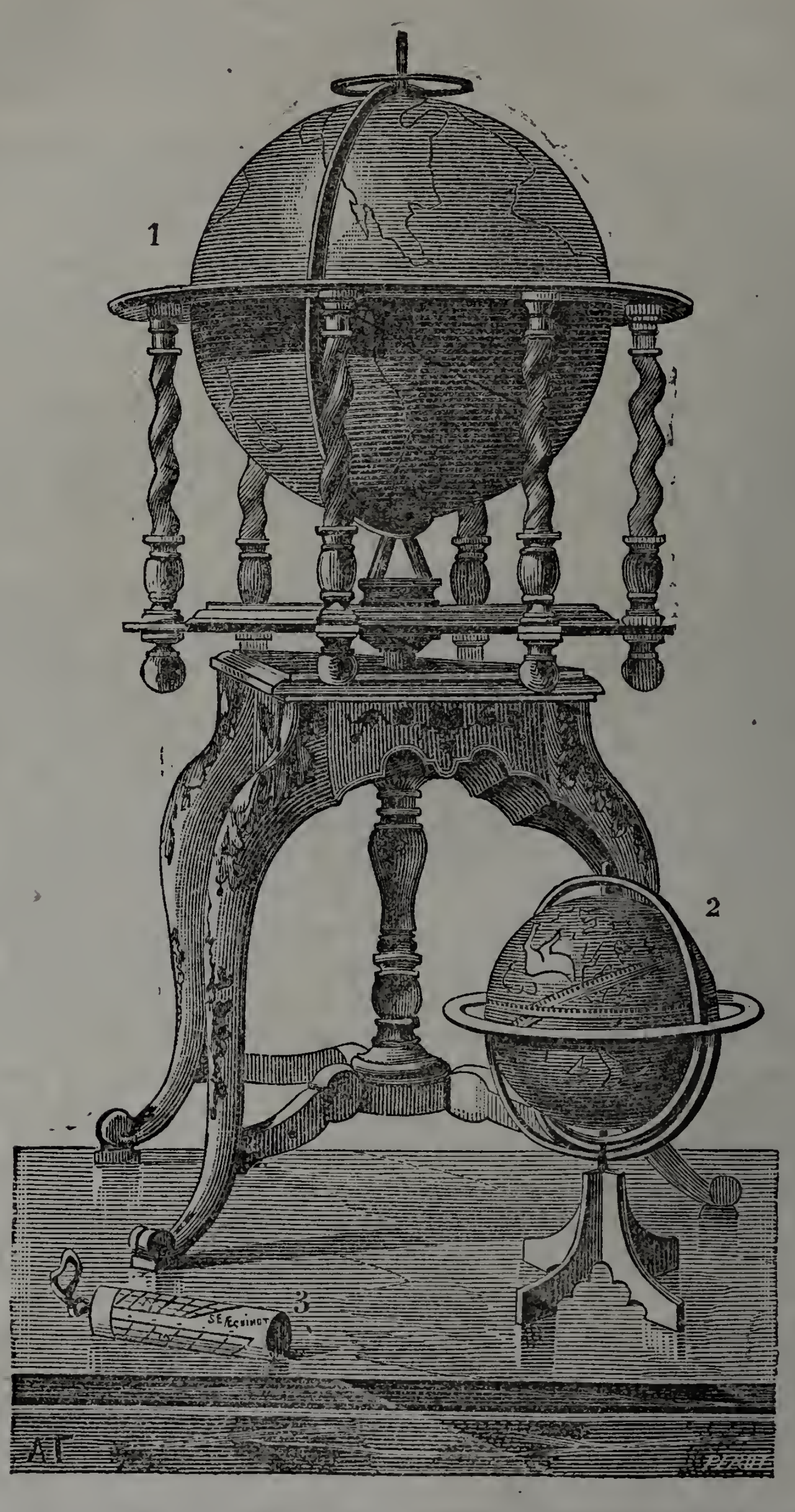


Fig. 2. — 1° Globe terrestre de Genex, du XVIIe siècle; 2° Globe céleste arabe-koufique, en bronze, du XVIe siècle; 3° Petit cadran solaire cylindrique, du XVIIe siècle (*Collections de la Bibliothèque Nationale*).

duire le mouvement de rotation; cet axe a l'inclinaison réelle de 66° 1/2 sur le plateau, qui représente le plan de l'écliptique.

La terre est entourée de deux méridiens concentriques, et son support est fixé à une aiguille formant le diamètre de la circonférence sur laquelle sont écrits les noms des mois, etc. En faisant tourner cette aiguille on met en jeu un

système de poulies, grâce auxquelles la terre présente successivement au soleil ses divers points, son axe demeurant toujours parallèle à lui-même.

Malgré l'insuffisance de cette description, peu facile à rendre bien claire sans

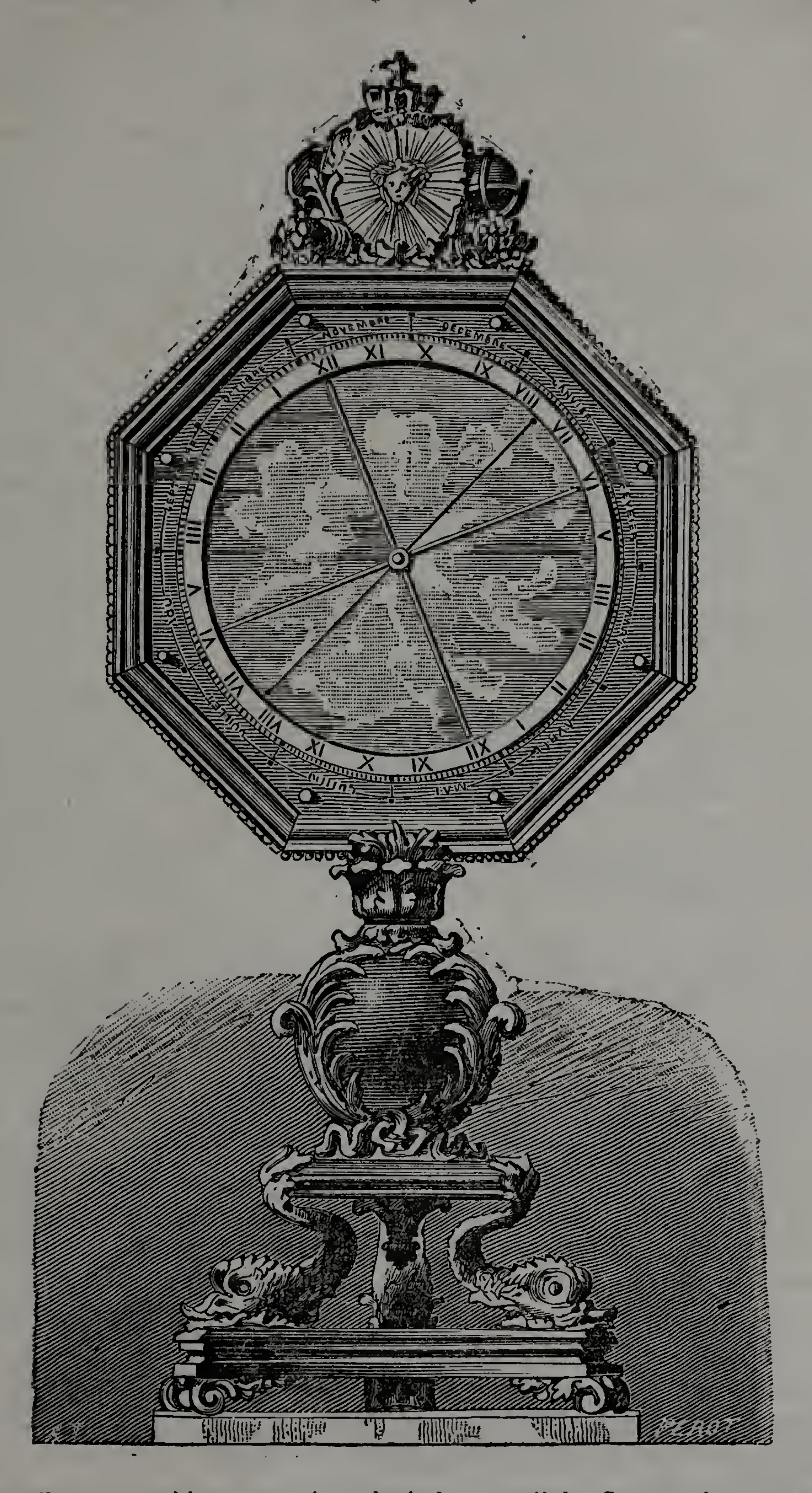


Fig. 3. — Appareil cosmographique, en cuivre doré, du XVIIe siècle. Sur une face, on voit les signes d zodiaque et les constellations boréales; sur l'autre, la trace du mouvement des planètes autour du Soleil

le secours d'une figure, on peut concevoir aisément qu'il soit possible d'obtenir ainsi l'alternative du jour et de la nuit, de démontrer expérimentalement, au moyen d'une explication fort simple, l'inégalité des jours et des nuits, le phénomène des saisons, l'inégalité de durée du jour solaire et du jour sidéral, la nécessité de la correction appelée équation du temps, etc.

Un autre dispositif élémentaire, c'est l'*Appareil des phases de la Lune.* Il est composé de la Terre, portée sur un pied, et de la Lune fixée sur une planchette horizontale, mobile dans son plan autour de la Terre. On suppose le Soleil en un point de l'appartement, par exemple du côté de la fenêtre qui l'éclaire. La Lune a une face constamment tournée vers la Terre; elle porte une calotte noire hémisphérique, que l'on peut mettre en mouvement sans la toucher, en faisant tourner le pied cylindrique qui la porte. Dans toutes les positions que l'on donne à la Lune autour de la Terre, cette calotte est maintenue du côté opposé au Soleil : elle montre ainsi aux yeux quelle est la partie de l'astre non éclairée.

On conçoit très-bien, sans plus d'explications, comment cet appareil figure la rotation de la Lune sur elle-même, comment il fait comprendre pourquoi le jour lunaire est plus long que le jour sidéral, etc. ; il rend parfaitement compte des phases.

Indiquons encore quelques-unes des dispositions de ce genre imaginées pour l'enseignement de la cosmographie : nous verrons, en examinant les appareils exposés au Champ-de-Mars, qu'ils ne sont, le plus souvent, que des imitations, avec quelques variantes des combinaisons réalisées depuis longtemps déjà.

Ainsi, l'appareil de M. Robert pour la démonstration des éclipses est encore un des plus simples et des plus pratiques ; il est bien connu des personnes qui ont enseigné la cosmographie, et nous ne ferons qu'en rappeler les dispositions élémentaires. Une boule placée sur un support représente le Soleil ; une autre boule plus petite, placée sur un autre support, représente la Terre; leurs centres sont dans un même plan, qui figure l'écliptique. Le support de la Terre repose sur un plateau mobile dans son plan autour du Soleil. Un cercle découpé, incliné sur l'écliptique de 5°9′, est l'orbite de la lune; cet astre est lui-même représenté par une petite sphère que porte ce cercle. Un système de poulies et de cordes met en mouvement tout l'appareil et les résultats obtenus sont étonnants. On voit le phénomène de la rétrogradation des nœuds; les révolutions synodique, sidérale et périodique de la lune, les éclipses, etc.

Un autre appareil rend compte des librations de la Lune, librations en latitude comme librations en longitude. C'est un plateau près du centre duquel se trouve une boule figurant la Terre. Une autre boule, représentant la Lune, tourne autour de ce centre et fait ainsi sa révolution dans un cercle excentrique à la Terre, qui peut très-bien représenter en ce cas son orbite elliptique. Elle est portée par un axe qui n'est pas tout à fait perpendiculaire au plan de son orbite, et qui reste parallèle à lui-même dans le mouvement de translation.

L'appareil des stations et des rétrogradations des planètes est un peu plus compliqué : il montre aux yeux et explique les singulières apparences que présente le mouvement des planètes supérieures ; on constate parfaitement, grâce à l'ingénieuse disposition imaginée par M. Robert, que ces variations de marche ne sont qu'une illusion due aux mouvements combinés de chaque planète supérieure et de la Terre autour du Soleil.

Rappelons encore l'appareil pour démontrer l'inégalité des saisons, les appareils de la précession des équinoxes, qui font voir la différence de durée existant entre l'année équinoxale ou tropique et l'année sidérale : on sait que ce phénomène de la précession des équinoxes est très-difficile à faire comprendre clairement aux enfants, précisément parce qu'il dépend d'une composition de rotations, de la combinaison de plusieurs mouvements giratoires d'un même corps qui est la Terre; aussi a-t-on construit plusieurs dispositifs qui rendent compte du phénomène à divers points de vue, au point de vue physique, au point de vue géométrique, au point de vue mécanique.

M. Ouvière avait construit jadis un *cosmographe* ou *uranoscope* destiné à être installé sur les places publiques pour servir, en quelque sorte, d'observa-

toire populaire et dont le premier modèle avait été donné par lui au Lycée Napoléon, à Paris, où nous l'avons bien souvent examiné pendant le cours de nos études à ce lycée. Voici la construction de ce cosmographe, qu'il aurait certainement été utile de vulgariser.

Ce sont deux grands cercles égaux, en fonte, dont les plans sont perpendiculaires entre eux, et dont les centres se confondent.

L'un d'eux est vertical et représente, quand il est orienté, le plan du méridien ; l'autre fait avec l'horizon le complément de la hauteur du pôle pour le lieu où il est installé, et représente l'équateur céleste.

Le premier est traversé diamétralement par une tige en fer, qui figure l'axe du monde, et qui par suite est perpendiculaire au plan de l'équateur.

Différentes verges métalliques, soudées au cercle du méridien, indiquent à l'œil le zénith, les tropiques du Cacer et du Capricorne, les cercles polaires. La longueur de la tige qui représente l'axe du monde est calculée de telle manière, que l'œil, placé à son extrémité inférieure, voit la circonférence intérieure de l'équateur se projeter dans le ciel sur le cercle polaire boréal.

Lorsque le Cosmographe est installé dans un lieu déterminé, il fait voir les directions de l'axe du monde, de l'équateur céleste et du méridien du lieu. Il rend sensible les lois du mouvement diurne apparent des étoiles, leurs passages successifs au méridien, leurs déclinaisons boréales ou australes, leurs ascensions droites, le mouvement propre apparent du Soleil et les variations de sa déclinaison, les époques des équinoxes et des solstices.

On le voit, le Cosmographe est un véritable cadran solaire équatorial, car les heures sont marquées sur la circonférence intérieure de l'équateur, et l'ombre de la tige qui représente l'axe du monde se porte successivement sur les divisions de cette circonférence.

Tel est cet appareil que nous voudrions voir installer dans la plupart des communes, et qui rendrait de réels services pour l'enseignement de l'astronomie populaire.

Enfin d'autres machines analogues ont été encore inventées dans le même but, et rendent dans l'enseignement quelques services, bien qu'on n'en fasse pourtant, il faut le dire, qu'un emploi assez restreint.

Nous arrêterons là ce coup d'œil rétrospectif sur les globes et les appareils de cosmographie ; ceux-ci n'étaient pour ainsi dire pas représentés à l'Exposition de 1867, mais nous en avons déjà rencontré quelques-uns au Palais du Champ-de-Mars, et nous montrerons, dans la suite de ce travail, les progrès réalisés dans cette branche intéressante du matériel de la science pratique et de l'enseignement.

L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

PAR

M. CARL DAHMER, ANCIEN ÉLÈVE D'HOFFWILL.

PRÉLIMINAIRES.

La sagesse des nations, dans un de ses axiômes les plus fondés et les plus vulgaires, dit que : *C'est en forgeant qu'on devient forgeron*; elle n'a jamais dit qu'on devenait mécanicien en limant, ni agriculteur en labourant. Forger, labourer, c'est exercer un métier; faire de la mécanique ou de l'agriculture, c'est pratiquer une industrie. Or, un métier s'apprend par l'exercice; une industrie, par la tradition ou l'enseignement. Et il est vraiment bizarre, qu'en France, l'agriculture soit presque la seule industrie dont l'enseignement soit à peu près négligé, non par l'État, mais par ceux auxquels il s'adresse (1). Il semble que le cultivateur naisse cultivateur et qu'il n'ait rien à apprendre; bien plus, un notaire, un commerçant, un industriel enrichis et retirés des affaires n'hésitent point à faire de la culture sans jamais l'avoir apprise ! Il semble que les progrès de l'industrie agricole ne puissent, chez nous, s'accomplir que sous la dure loi de la nécessité, et que la science n'y puisse avoir qu'une intervention superflue.

A toutes les époques de notre histoire moderne, on a conseillé et tenté de répandre l'instruction agricole à tous les degrés; mais est-ce versatilité dans nos gouvernements, est-ce indifférence dans la population, on passa d'un système à un autre sans aucun plan arrêté, et tantôt les professeurs manquèrent aux élèves, et tantôt les élèves aux professeurs. Pour réussir à organiser quelque chose de sérieux et de durable, il faudrait, croyons-nous, dresser d'abord un plan d'ensemble, s'astreindre à le suivre tout en l'améliorant sans cesse dans ses détails. Ce plan devrait comprendre l'enseignement agricole à tous les degrés de l'enseignement général et spécial : il n'est plus permis à un homme, quel qu'il soit, quelles que soient sa fortune ou sa position sociale, de confondre aujourd'hui, comme au temps de La Bruyère, le chanvre et le lin, le blé et le seigle, ou d'affirmer que le pain croît chez les boulangers, le vin chez les tonneliers et la viande chez les bouchers.

Nous pensons que la division suivante pourrait être établie avec fruit :

A. — ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL.

1er degré. Écoles primaires.
2e — Écoles normales, lycées, collèges, séminaires.
3e — Facultés des sciences, conservatoire des arts et métiers.

---

(1) Nos établissements d'enseignement agricole renferment, ensemble, à peine 1,250 élèves, savoir : Institut et Ecoles régionales 200, Fermes-Ecoles 1,050, en tout 1,250 élèves.

B. — ENSEIGNEMENT SPÉCIAL.

1er degré. Fermes-Écoles, écoles de bergers, etc.
— — Professeurs départementaux d'agriculture.
2e — Écoles d'agriculture, d'irrigation, de drainage, etc.
3e — Institut agronomique, stations agronomiques.

C'est dans cet ordre que nous passerons en revue les diverses institutions établies ou essayées en France et à l Étranger. Tout en présentant l'état actuel de cet enseiguement et cherchant à en faire ressortir l'utilité, nous proposerons les améliorations dont il nous paraît susceptible.

A. — ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL.

1° Écoles primaires. — La création, en France, des écoles primaires remonte à 1598 et est due à Henri IV et sans doute à ses conseillers, Sully et Olivier de Serres. En 1765, on comprenait déjà si bien l'utilité d'y faire, par une voie détournée, pénétrer l'enseignement agricole, qu'on rédigea et publia un certain nombre de catéchismes d'agriculture par demandes et réponses à l'usage des enfants, l'un entre autres, en 1769, par M. Froget, curé du Mayet, dans le Maine. Ce n'est qu'en 1840 que l'agriculture fut enfin comprise, comme étude facultative dans les programmes officiels de l'enseignement primaire. On propose, en ce moment, de la rendre obligatoire à partir de 1879.

Sur une population totale de 36,000,000 d'âmes, la France possède 18,500,000 cultivateurs, soit un peu plus de la moitié de la population totale. Cette population habite les champs (hameaux, communes, chefs-lieux de cantons, surtout), et ses enfants fr équentent presque exclusivement les écoles primaires rurales. C'est surtout sur cette jeune génération que doivent se concentrer les efforts, afin d'inculquer à nos futurs cultivateurs des idées saines et l'amour du progrès.

On propose en ce moment de rendre obligatoire, dans les écoles primaires de la France, l'enseignement ou plutôt les notions d'agriculture; malgré tout le désir que nous avons de voir adopter cette mesure, elle nous semble encore prématurée; et voici pourquoi : en général, pour enseigner une chose, il faut l'avoir apprise et la savoir. Or, les instituteurs n'ont, jusqu'ici, dans les écoles normales (et j'entends ceux sortis seulement depuis une huitaine d'années), reçu que des notions tout à fait élémentaires, si élémentaires même qu'il leur est bien difficile de les transmettre, sans erreurs, telles qu'ils les ont reçues. Il faudrait donc attendre encore un peu, jusqu'à ce que les instituteurs, maîtres et adjoints, eussent pu recevoir, dans les écoles normales, une instruction agricole suffisamment complète pour leur permettre d'enseigner les éléments de la production végétale et animale.

L'instituteur ne pourra jamais donner que l'enseignement théorique de l'agriculture; encore faudrait-il qu'il eût au moins à sa disposition un petit matériel d'enseignement pour se faire comprendre : Ce pourraient être des tableaux collés sur toile et indiquant; celui-ci la classification des terres, leur composition élémentaire, leurs qualités et leurs défauts dominants, l'indication des moyens physiques, chimiques et mécaniques de les améliorer; celui-là, le mode de confection et d'emploi des engrais, plate-forme ou fosse à fumier, pompes, tonneaux à purin, modèles divers d'étables; un troisième, les principaux instruments perfectionnés; d'autres, les principales plantes cultivées,

grains, racines, fourrages, plantes industrielles; une seconde série comprendrait les plantes nuisibles et celles médicales.

Mais l'agriculture ne saurait être séparée de la zootechnie, la production végétale de la production animale : il faudrait donc d'autres groupes de tableaux donnant l'anatomie et la physiologie des animaux domestiques; les bons types de conformation pour les différents services; les défectuosités les plus importantes; les meilleurs modes d'attelages; les procédés d'utilisation du lait; les principales races dans toutes les espèces; les animaux utiles, auxiliaires et nuisibles, etc., etc.

Il y a, d'ailleurs, des mesures transitoires qu'on pourrait adopter dès maintenant : chaque département pourrait mettre au concours la rédaction d'un catéchisme d'agriculture que les enfants apprendraient par cœur; voilà pour le premier degré. Pour le second, mettre pareillement au concours la rédaction d'un livre de lectures courantes et de dictées graduées, sur des sujets exclusivement agricoles. Tous les dix ans, on remettrait au concours une rédaction nouvelle de ces deux classiques. Le lauréat recevrait pour chaque livre une médaille d'or de cent francs et trouverait dans un débouché assuré une rémunération suffisante.

Presque partout il y a maintenant, en France, des Sociétés d'agriculture et d'horticulture et des comices agricoles, et dans chacun d'eux, bon nombre d'hommes jeunes, instruits et dévoués. Ne pourrait-on, par l'appât de quelques distinctions honorifiques, les amener à faire de temps en temps, dans les écoles primaires; des conférences à la portée de leurs jeunes auditeurs? Une demie heure d'interrogation pourrait, avec profit, suivre la conférence d'une égale durée, et habituerait les enfants à développer leurs idées clairement et en termes voulus.

Quant à l'horticulture, le ministère de l'instruction publique nous paraît s'en préoccuper outre mesure et lui donner trop évidemment et bien à tort, le pas sur l'agriculture. Cela tient, sans doute, à ce qu'on pense que l'instituteur peut enseigner l'horticulture non-seulement théoriquement, mais aussi pratiquement. On doit aussi savoir pourtant que l'instituteur, après son rude labeur journalier, a peu de temps à donner à un délassement horticole; il fait des légumes tant bien que mal, moins par plaisir que par nécessité; sa situation, si peu stable jusqu'ici, le détourne de faire des plantations d'arbres pour ses successeurs; enfin, il pourrait bien craindre, et non sans apparence de raison, que ses élèves devinssent plus dommageables que profitables à son verger.

Des notions élémentaires sur la taille en sec et en vert, appuyées sur la physiologie végétale; la théorie et la pratique des divers modes de reproduction par bouture, marcotte, greffe, semis, etc., nous paraîtraient suffire pour le but indiqué.

2° **Écoles normales, lycées, collèges, séminaires.** — Vers 1757, Georges II, qui avait déjà fondé l'Université de Gœttingue, établit en Hanovre, des cours d'agriculture dans les écoles d'instituteurs, et peu après son exemple fut suivi (1765), en Saxe par Frédéric, Auguste III. En Italie, vers 1770, Marie-Thérèse fondait, dans le Duché de Milan, une école préparatoire pour les instituteurs, et y comprenait un cours d'agriculture.

En France, les écoles normales primaires créées par Napoléon Ier (1815), établies seulement sous Louis-Philippe Ier (1831), ne sont qu'une imitation des écoles centrales instituées par la Convention (1795), qui avait compris dans leur organisation un cours d'agriculture et avait fondé, à l'école supérieure normale de Paris, une chaire d'agriculture et une autre d'économie rurale (A. Thouin, Tessier). Ce fut en 1822 que, pour la première fois, l'agriculture pénétra dans

les écoles normales, tolérée plutôt qu'appelée. A cette date M. Philippar qui devint plus tard professeur à l'École de Grignon, ouvrit un cours d'agriculture à l'École normale de Versailles: M. Bodin, en 1835, se dévouait à la même tâche, auprès de celle de Rennes ; enfin, en 1849, on installa officiellement une chaire d'agriculture à celle de Laval.

En Allemagne, vers 1730, Auguste, duc de Saxe-Weimar, introduisit comme classiques, dans l'enseignement des collèges, les œuvres des Géoponiques, grecs et latins. En France, en 1803, François de Neufchâteau, dans son plan d'organisation de l'enseignement agricole, proposait d'introduire l'étude de l'agriculture dans les collèges, au moyen d'une édition des *Géorgiques de Virgile* enrichie de notes à la hauteur de la science et accompagnée de gravures représentant les instruments aratoires et les animaux domestiques. Le chef d'œuvre du poète de Mantoue est resté à l'état d'édition classique pure et simple dans les mains de nos élèves; mais, combien peu comprennent, combien peu de professeurs même sont en état de faire comprendre ce magnifique livre dont le commentaire sérieux et raisonné formerait, à lui seul, la matière d'un cours complet d'agriculture.

En Suède, vers 1622, Gustave II, Adolphe le Grandren dit l'enseignement agricole obligatoire dans tous les séminaires, estimant que celui chargé de distribuer le pain de l'âme ne pouvait que gagner en influence et en autorité s'il était en état de conseiller les affaires temporelles. En France, plus d'un siècle après, en 1765, sur la demande du bureau d'agriculture d'Angoulême, le supérieur du petit séminaire de cette ville y établissait un cours d'agriculture et introduisait comme classiques dans l'enseignement littéraire, Virgile, Collumelle, Palladius, Varon, Caton, etc. Il nous faut arriver ensuite jusqu'à 1832, pour retrouver M. Philippar ouvrant un cours au séminaire comme à l'École normale de Versailles; puis jusqu'en 1845 pour voir fonder des chaires d'agriculture dans les petits séminaires de la Rochelle (Charente-Inférieure) et de Saint-Riquier (Somme).

Personne, à coup sûr, ne contestera l'indispensable utilité de répandre parmi les jeunes générations de nos campagnes de saines notions d'agriculture, qui, tout en les rattachant davantage à la profession de leurs pères, les rendront moins rebelles à des progrès nécessaires. C'est dès lors admettre que les instituteurs auront dû recevoir eux-mêmes une instruction agricole plus complète pendant leur séjour à l'École normale.

Nous avons en France une malheureuse propension à demander à un homme plus qu'il ne peut donner, à exiger qu'il sache tout et soit propre à tout, et il semble que tout notre enseignement soit dirigé vers un but encyclopédique, comme si tous les Français étaient ou pouvaient devenir des Pics de Mirandole. Aussi, le programme des Écoles normales, comme celui des Écoles primaires, est-il chargé outre mesure, selons nous, d'études indispensables, secondaires et superflues. Le jour où après avoir soustrait l'instituteur au service matériel de l'église, on aura rendu facultative d'obligatoire qu'elle est, l'étude du plain chant et de l'harmonium, on pourra consacrer un peu plus de temps à l'agriculture, à l'industrie, au dessin, etc. Peut être même a-t-on poussé la réaction un peu loin et pourrait-on abréger un peu les heures consacrées à l'histoire et à la géographie en les limitant aux temps et aux pays voisins de nous.

En tous cas, il faudra réformer le programme actuel qui fait de l'horticulture ou plutôt de l'arboriculture fruitière le principal, et de la culture des champs l'accessoire. Il serait bon, en outre, que dans la belle saison, une promenade, celle du jeudi par exemple, pût être dirigée par un professeur spécial vers une des fermes les mieux tenues des environs. Bien que les élèves-maîtres soient, pour la

plupart, sortis des campagnes, ils ont jusqu'alors vu sans regarder, et il n'est point aisé de leur faire accepter, dans une chambre, certaines idées un peu abstraites au sujet de la pratique rurale. Que l'on réfléchisse aussi que dans l'École normale comme dans l'École primaire, il n'existe jusqu'ici aucun moyen de démonstration quant aux instruments perfectionnés, aux plantes cultivées, aux races de bestiaux améliorées. C'est là une chose dont il est urgent que se préoccupe M. le Ministre de l'instruction publique. La plupart des Écoles normales jouissent d'un jardin fruitier ou potager; il serait indispensable, tout au moins, d'y réunir et d'y cultiver une collection de plantes agricoles et médicales et de former des collections géologiques, agricoles et industrielles.

Au milieu de leurs études multiples, les élèves-maîtres ne s'attachent que peu et difficilement à l'agriculture que le programme leur présente un peu comme un hors-d'œuvre. Inutile de leur répéter que leur influence dans la commune rurale dépendra des conseils qu'ils seront en état de donner aux parents, des notions qu'ils seront en mesure d'inculquer aux enfants. Le seul moyen efficace de les y conduire sera d'élever le nombre des points pour lequel l'agriculture comptera dans les examens semestriels et dans ceux pour l'obtention des brevets : l'enseignement agricole n'aura jamais que la valeur qu'on voudra lui donner.

Une étude à peu près complétement négligée jusqu'ici encore, et qui laisse un peu partout une immense lacune, c'est l'hygiène de l'homme et des animaux, qui suppose des notions élémentaires de physiologie; cette branche pourrait être avantageusement placée dans le cours d'agriculture où il trouve des applications naturelles. Ce n'est pas que nous prétendions faire de l'instituteur ou un médecin ou un vétérinaire (il a déjà tant d'autres fonctions!) mais il nous paraît que l'hygiène, celle de l'homme principalement, devrait être enseignée à tous les enfants et à tous les degrés de l'enseignement universitaire et principalement dans les écoles rurales. Il n'est pas moins important de savoir conserver la santé que de savoir la recouvrer quand on l'a perdue.

En 1860, M. Duruy, alors Ministre de l'instruction publique, avait eu l'idée de préparer à l'enseignement de l'agriculture un certain nombre d'élèves de l'École normale secondaire de Cluny (Saône-et-Loire), en les plaçant au muséum de Paris, comme internes, et leur faisant suivre les cours de l'École pratique des Hautes-Études. Cette institution tomba comme tant d'autres en 1870. Dans l'impuissance de juger des résultats obtenus en si peu de temps, nous nous permettons de croire que les élèves étaient, pour la plupart, hors d'état de s'assimiler un enseignement aussi élevé et auquel leurs études antérieures n'avaient pu qu'incomplétement les préparer.

Que dire de l'enseignement agricole dans les lycées et les collèges? C'est à lui que pourrait en partie s'appliquer ce passage d'une idylle d'un poète allemand, Gessner :

ÉVANDRE.

« Que je suis charmé de t'avoir trouvé! tu connais donc la manière de
» cultiver les champs et les plantes?

LE SAVANT.

» Non, mon Prince!

ÉVANDRE.

» Tu sais la façon de soigner les troupeaux et de guérir leurs maladies?

LE SAVANT.

» Je ne le sais point non plus?

ÉVANDRE.

» Tu ne connais donc pas, non plus, la vertu des simples?

LE SAVANT.

» Non!

ÉVANDRE.

» Peut être t'es-tu dévoué aux muses et comprends-tu ces beaux ouvrages qui » charment et délassent l'esprit des hommes?

LE SAVANT.

» Moi, poète! que les Dieux m'en préservent!

ÉVANDRE.

» Tu m'étonnes! Tu sais au moins ce qui est bon et utile à tes concitoyens, » ce qu'ils doivent faire ou pratiquer pour être heureux?

LE SAVANT.

» Je ne me suis point amusé à ces bagatelles!

ÉVANDRE.

» Il faut donc que tu saches quelque chose qui vaut mieux que tout cela?

LE SAVANT.

» Oui, sans doute! je connais le nombre des étoiles; je parle les langues des » nations les plus éloignées; j'ai supputé combien il y a de grains de sable dans » l'espace d'une lieue, et depuis peu, j'ai aperçu dans la lune une nouvelle tache » qui avait échappé à Endymion lui-même! (Évandre et Alcyme. Pastorale de » Gessner, Zurich, 1756). »

Pour être imitée de La Fontaine et d'une touche moins légère (l'astrologue qui se laisse tomber dans un puits; 1668), cette critique adressée à l'éducation des jeunes gentilshommes des XVIIe et XVIIIe siècles pourrait bien s'appliquer un peu à l'éducation de nos jeunes bourgeois du XIXe; qu'il devienne plus tard administrateur, avocat, notaire ou médecin, propriétaire, industriel ou commerçant, l'élève sera avant tout un homme, un citoyen. Il faut qu'il connaisse les choses des champs afin d'apprécier à leur juste valeur ceux qui s'en occupent; il est bon qu'il ne reste pas étranger à la production des matières premières, de l'alimentation, du vêtement, du commerce, de l'industrie; il est indispensable qu'il possède des notions de physiologie animale et végétale, d'hygiène, d'agriculture et d'arboriculture. Le cours actuel d'histoire naturelle, dans les lycées et collèges, nous semblerait donc devoir être développé dans ce sens

Le prêtre des communes rurales, bien que placé au-dessus de l'instituteur, se trouve à peu près dans la même situation que lui au point de vue de ses rapports avec ses concitoyens. Combien plus encore serait-il aimé et respecté, si, dès le début, prouvant qu'il est au courant de leurs travaux, il pouvait les diriger, de ses conseils, vers un progrès intelligent; après leur avoir prodigué le pain spirituel, s'il pouvait les aider encore à gagner le pain quotidien. Les exemples

spontanés ne manquent point, et il suffira de rappeler les noms de l'abbé Ruault (Maine-et-Loire 1837), l'abbé Paramelle (Lot et toute la France, 1840 à 1875), le pasteur Oberlin (Haut-Rhin, le Ban de la Roche, 1767-1826), l'abbé Rozier (1763-1793), etc., etc. On ne se figure pas assez tout le bien que pourraient faire dans une commune rurale, le prêtre et l'instituteur, bien préparés tous deux, marchant d'accord, luttant de dévouement, enseignant, conseillant, juges de paix et médecins, avocats et notaires, pour concilier et guérir, pour retenir et entraîner!

3° Université, Facultés, Muséum, Conservatoire des Arts-et-Métiers. — C'est encore en Suède que nous voyons apparaître la première fondation d'une chaire d'agriculture dans lès Universités, celle de Rintlen (1730), par Frédéric Ier. En Prusse et peu après (1742), Frédéric-le-Grand établissait, à cet exemple, une chaire d'agriculture près de chacune des Universités de Halle et Francfort-sur-l'Oder. Aujourd'hui, la plupart des Universités allemandes, Halle, Francfort, Gœttingue, Leipsick, Vienne, Bonn, Rostock, Heildelberg, Berlin, Kônigsberg, Giessen, Iéna, Clagenfürth, Breslau, etc., possèdent une chaire d'agriculture. Actuellement encore, nous constatons l'existence d'une chaire d'économie rurale à l'Université de Tubingen (Wurtemberg). En Prusse, on fonda en 1834 l'Institut agricole d'Eldena, près de l'Université de Grefswald, et celui de Poppelsdorf près de celle Bonn. En Autriche toutes les Universités possèdent une chaire d'agriculture. En France, on n'a jamais songer à imiter cet exemple, ce qui serait facile en créant une chaire près de chacune de nos Facultés des sciences, à frais commun entre les Ministères de l'instruction publique et de l'agriculture.

Le jardin des Plantes de Paris, fondé en 1635 par Guy de la Brosse, fut réorganisé en 1793 par la Convention; il y fut créé une chaire de culture pratique et une chaire d'économie rurale. La première n'a guère jamais traité que de la culture des plantes de serres et a été successivement occupée par André Thouin, O. Leclerc-Thouin et M. Decaisne. La seconde ne fut jamais pourvue. Nous avons déjà vu qu'en 1868 M. Duruy fonda, au Muséum, l'École pratique et les laboratoires des Hautes-Études.

Le Conservatoire des Arts-et-Métiers, fondé en 1799, fut enrichi en 1836, d'une chaire d'agriculture (M. Moll) et d'une chaire de chimie agricole (M. Boussingault). En 1852, après la suppression de l'Institut agronomique de Versailles on y créa une chaire de Zootechnie pour M. Baudement; enfin, en 1867, on y installa encore une chaire de Génie rural (M. H. Mangon).

Chacune de nos Facultés des sciences comprend une chaire de physique, de chimie, de botanique et physiologie végétale, de minéralogie et géologie, de zoologie et anatomie comparée, de mathématiques et de mécanique rationnelle; en y ajoutant une chaire d'agriculture, on offrirait aux jeunes fils de nos grands propriétaires fonciers les moyens de s'instruire sans déplacement et sans contrainte. Cet enseignement, qui ne demanderait que de bien légers sacrifices à l'État ou aux départements serait d'un intérêt direct et bien efficace. Cela ne saurait être douteux pour tous ceux qui connaissent les beaux travaux de MM. Isidore Pierre (Caen), Ladrey (Dijon), Lechartier (Rennes), Girardin (Rouen), Morride, Bobière, *e tutti quanti*.

B. — ENSEIGNEMENT SPÉCIAL.

1° Fermes, écoles, écoles de bergers, etc. — Nous voyons, dès 1771, Christian VII établir, en Danemark, des écoles pour les fils de cultivateurs. Peu après et à son imitation, Maximilien III Joseph fonde en Bavière l'École pratique de Triesdorf qui subsiste encore; et l'électeur Charles Théodore établissait, dans le Palatinat (1777), l'École pratique d'agriculture de Kaiserslautern, encore florissante de nos jours. En France, dès 1765, Sarcey de Suttières avait déjà fondé à Anel, près de Compiègne, une École pratique d'agriculture qui ne paraît ni avoir subsisté longtemps, ni produit de grands résultats. En Suisse, en 1801, M. Fellemberg fondait à Hoffwill (canton de Berne), une École pratique d'agriculture, sous le nom d'Institut des pauvres, et y recueillit un grand nombre d'orphelins. En France, dès 1832, M. J. Rieffel fondait, à Grand-Jouan (Loire-Inférieure), son École primaire d'agriculture, encore annexée aujourd'hui à l'École régionale. En 1824, à l'Institut agricole d'Hohenheim, on adjoignit la Landbaumanner ou École pratique des travailleurs; elle comprend 25 élèves pauvres de 16 à 18 ans, travaillant de 6 à 8 heures par jour, suivant la saison, accomplissant tous les travaux de l'exploitation, mais rétribués (1 fr. environ par jour, pour leur nourriture, plus 20 à 25 fr. de prime par an), instruits et en partie habillés; ils y passent trois ans. En 1843, à l'imitation de celle d'Hohenheim, furent fondées les deux Fermes-Écoles d'Ellwangen (M. Walz), et d'Ochsenhausen (M. Horm). En Bavière, auprès de l'Institut agricole de Schleissheim fondé en 1822, on établit, en 1826, une école de travailleurs calquée à peu près sur le type des précédentes. En Bavière, dans chaque École royale de cercle, il y a une chaire d'agriculture. Aujourd'hui, l'Allemagne possède 71 Écoles moyennes et 92 écoles pratiques d'agriculture, dont 16 spécialisées pour les irrigations, le drainage, la viticulture, etc. En France, le nombre des Fermes-Écoles, depuis 1848, après avoir atteint le chiffre de 52, en 1859, est redescendu à 42 en 1876.

La statistique administrative nous apprend que, de 1835 à 1867, il est sorti des Fermes-Écoles environ 6,000 jeunes gens qui se trouvaient répartis plus tard dans les professions suivantes : agriculteurs exploitants, 2,992; régisseurs ou contre-maîtres, 765; horticulteurs, pépiniéristes, jardiniers, 845; draineurs ou irrigateurs, 46; aides agricoles divers, 841; vétérinaires, 15; gardes forestiers, agents-voyers, etc., 38; professions diverses, commerce, etc., 377. Si nous admettons, pour ces 32 années (1835-1879) le nombre moyen de 20 Fermes-Écoles ayant coûté chacune à l'État, 4,000 fr. par an, soit ensemble 2,560,000 fr. nous trouvons que l'instruction de chacun de ces 6,000 élèves est revenue à 426f,80, ce qui n'est pas hors de proportion avec les résultats acquis.

Les Fermes-Écoles sont des exploitations dirigées par un propriétaire ou fermier qui consent à instruire, héberger et surveiller un certain nombre de jeune gens soumis à un examen d'entrée. L'administration, en retour, accorde au directeur, 2,400 fr. comme appointements; elle lui fournit les traitements, de : un surveillant-comptable, 1,200 fr.; un chef de pratique et de main-d'œuvre, 1,000 fr.; un jardinier-pépiniériste, 1,000 fr.; enfin un vétérinaire, professeur de zootechnie, 500 fr. soit en tout 6,100 fr.

Les Fermes-Écoles furent régularisées ou plutôt organisées par la loi du 3 octobre 1848, et nous l'avons vu, leur nombre s'accrut dans une rapide proportion. Comme d'ordinaire, il se produisit des abus qu'on dût réprimer, et en 1868 on supprima un certain nombre de ces établissements que l'on trouvait ou insuffisamment dirigés ou trop coûteux. Une loi du 30 juillet 1875 a apporté

quelques nouvelles modifications à l'organisation des Fermes-Écoles et crée des Écoles pratiques d'agriculture. Désormais, les Conseils généraux sont appelés à coopérer aux frais d'installation matérielle; les élèves auront à payer une pension annuelle de nourriture et d'entretien ou à conquérir les bourses et demies-bourses; à la sortie, les élèves peuvent recevoir un brevet de capacité donnant droit aux bénéfices du volontariat d'un an et à un pécule ou prime de sortie.

D'après l'organisation de 1848, l'administration payait au directeur 250 fr. par élève et par an; et si nous calculons sur une moyenne de 20 élèves même par Ferme-École, il en résultait que chacun d'eux avait coûté à l'État, à sa sortie, après trois ans, 1,665 fr., ce qui est un prix fort élevé. Dans une Ferme-École bien administrée, le travail des jeune gens (8 heures par journée moyenne), malgré les malfaçons indispensables, est aujourd'hui suffisant pour solder leur nourriture; quant aux frais d'enseignement et de surveillence, on a vu qu'ils sont largement payés par l'État. D'un autre côté, et afin d'assurer le recrutement, il est juste d'assurer à ceux des élèves qui ont terminé leurs études, un pécule de sortie à peu près égal aux économies qu'ils auraient pu faire, durant ces trois ans, en louant leurs service dans une ferme, et à ceux qui sont sortis dans les deux ou trois premiers rangs une prime de récompense; ces derniers, en outre, devraient pouvoir s'ils le désirent se présenter aux examens d'entrée des Écoles régionales, et s'ils y sont reçus, être immédiatement dotés d'une bourse entière, à charge par eux de se maintenir dans le premier tiers du classement des élèves.

Il y a eu, dans l'institution des Fermes-Écoles, d'assez nombreux abus; tantôt, on élevait, outre mesure le niveau de l'enseignement; tantôt, au contraire, et c'était l'abus le plus fréquent, on négligeait l'enseignement au profit du travail manuel. Aujourd'hui, on semble avoir établi un juste équilibre. Il s'agit en effet, d'un côté, d'exercer les jeunes élèves à la plupart des travaux pratiques et d'utiliser fructueusement leur travail; de l'autre, de compléter leur instruction primaire et de leur donner l'instruction théorique spéciale, but de la fondation, Le tout nous paraît pouvoir se concilier parfaitement avec un travail pratique de huit heures par jour; le matin, le midi et le soir, plus les mauvaises journées de l'hiver étant scrupuleusement consacrés aux études théoriques. Avec l'élévation actuelle et croissante des salaires, le directeur d'une Ferme-École, subventionné dans les proportions indiquées ci-dessus se trouve, au point de vue cultural et économique dans une situation plus favorable qu'onéreuse; malgré cela, nous sommes loin encore de voir chaque département doté d'un de ces établissements qui pourrait rendre tant de services. Tantôt, c'est l'homme qui manque, non pas l'homme de dévouement, mais celui qui veut, qui peut et qui sait. Il ne saurait convenir à tous d'introduire chez soi des jeunes gens et de compliquer une industrie déjà si difficile par un enseignement, une surveillance, une discipline parfois gênante. Tantôt, ce sont les élèves qui feraient ou font défaut; dans les pays pauvres ou arriérés, le recrutement se fait, en général, assez facilement; dans les pays riches ou avancés, il est souvent insuffisant; et pourtant, les Fermes-Écoles ne rendraient guère moins de services ici que là.

Elles ont été instituées, en effet, en vue de fournir, à la culture des chefs de services instruits, intelligents, au courant du progrès, contre-maîtres, chefs de culture, irrigateurs, draineurs, etc., des sous-officiers de l'agriculture en un mot. Aussi, pensons-nous que le meilleur moyen d'y appeler les jeunes gens de la campagne, serait de spécialiser autant que possible ces établissements. On cherche trop, dans l'enseignement, en France, à faire des encyclopédistes; il faut qu'un jeune homme soit bon à tout, sache un peu de tout; en réalité, il n'est propre qu'à peu de choses, jusqu'à ce qu'il se soit spécialisé et ait fait un nouvel apprentissage qui lui permettra de se placer et de rendre de bons services.

L'agriculture a besoin de chefs d'attelages, de maîtres vachers pour la laiterie, de maîtres fromagers, de maîtres vachers pour l'engraissement, d'irrigateurs, de draineurs, de maîtres vignerons, de maîtres bergers, de forestiers, de pisciculteurs, etc., etc. Pourquoi ne chercherait-on pas à former dans chaque Ferme-École une ou deux de ces spécialités? Les élèves qui en sortiraient, outre qu'ils rendraient d'immenses services, trouveraient à coup sûr un placement assuré et avantageux, qui assurerait bientôt le recrutement. L'Eure-et-Loir, par exemple, pourrait former des charretiers et des bergers; le Doubs et le Jura, la Seine-et-Marne, le Cantal, l'Aveyron, des fromagers; la Haute-Vienne, les Deux-Sèvres, l'Orne, des engraisseurs; l'Ille-et-Vilaine, le Calvados, des vachers; le Finistère, les Vosges, des irrigateurs; l'Aisne, l'Oise, des pisciculteurs; l'Indre-et-Loire, la Côte-d'Or, la Gironde, des vignerons; les Landes, les Hautes et Basses-Alpes, des reboiseurs, etc., etc.

Pour arriver plus vite et plus sûrement au but, deux départements dont les intérêts et les besoins sont communs peuvent associer leurs ressources. Les Conseils généraux ont été mis en demeure, par la loi du 30 juillet 1875, de coopérer à ces fondations. Le progrès est dans leurs mains et plusieurs ont déjà fait pour l'atteindre de grands sacrifices. C'est ainsi qu'en 1876 nous avons vu le département de la Haute-Marne voter une somme de 28,000 fr. pour couvrir les frais d'installation de l'École pratique d'agriculture de Saint-Bon. Espérons que ces exemples deviendront contagieux et entraîneront les retardataires.

Ce qui tend à prouver combien nous avons raison de souhaiter la spécialisation des Fermes-Écoles, c'est que l'administration elle-même a cru devoir entrer dans cette voie, en fondant, en 1867, à Haut-Tingry, près de Samer (Pas-de-Calais), une école de bergers. C'est là une heureuse idée, les bons bergers étant devenus très-rares en France. En 1877, cette école a été transférée à Rembouillet où se trouve un troupeau national comprenant des mérinos de la variété Espagnols, des mérinos de Naz et des mérinos Mauchamp.

A l'étranger, parmis les établissements identiques ou analogues à nos Fermes-Écoles, citons : en Allemagne, Triesdof (1775), Kaiserslautern (Palatinat, 1777), Hohenheim (Wurtemberg, 1829), Ochsenhausen (Wurtemberg), Ellwangen (Wurtemberg), etc.; en Autriche, seize Écoles d'agriculture pratique; en Angleterre : École pratique d'agriculture de Templemoyle (Irlande, Londonderry, 1826), École d'agriculture pour les fils de fermiers irlandais, à Dublin (Irlande), ferme modèle de Whitefield, près de Glowcester (Angleterre), École pratique d'agriculture d'Hoddeston (Hertfordshire, Angleterre, 1845); en Russie : sept Fermes-Écoles et quatre Écoles pratiques d'agriculture (des apanages de Gorigoretz ou de Mohilow, de Straganow, de Marjino); en Belgique, six Fermes-Écoles; en Espagne, ferme modèle des provinces Basques fondée par M. Arano y Beriaco.

2° **Chaires départementales d'agriculture.** — L'institution des chaires départementales d'agriculture est due à l'initiative privée, au dévouement du Dr Bonnet qui, en 1830, eut l'idée d'aller chaque dimanche de la belle saison et à ses frais, faire des conférences publiques aux cultivateurs dans les principaux centres agricoles du département du Doubs. Ce n'est qu'après huit ans de ce volontaire, pénible et coûteux service (de 1848 à 1846, on lui accorda une indemnité de 470 fr. par an), qu'il reçut un titre officiel; douze ans plus tard, en 1850, il fut décoré, et en 1868 il fut inopinément remplacé dans ses fonctions sans recevoir aucune pension de retraite pour ses trente-trois ans de précieux services. L'exemple était donné, l'institution fut jugée si utile que plusieurs départements s'empressèrent de l'organiser à leurs frais : la Haute-Garonne en 1838, la Seine-Inférieure en 1840, l'Aveyron en 1841, la Loire-Inférieure en 1843, le Finistère en 1849, l'Oise en 1849, la Somme en 1849, etc., etc.

Aujourd'hui, trente-trois départements sont pourvus de chaires d'agriculture et il est probable qu'avant cinq ans toute la France en sera dotée.

Les professeurs départementaux d'agriculture sont chargés de faire un cours d'agriculture et d'horticulture à l'École normale primaire et des conférences publiques d'agriculture dans les principaux centres agricoles. Ils sont rénumérés par une somme de 3,000 fr. payée moitié par le Ministère de l'instruction publique, moitié par celui de l'agriculture. Pourtant il y a certains postes qui reçoivent 4,000 fr., comme celui du Loiret, et d'autres 5,000 fr., comme celui de Seine-et-Marne. Les Conseils généraux votent une indemnité de frais de tournée variant de 1,000 à 1,500 fr.

Les chaires départementales sont données à la suite d'un concours portant sur des épreuves écrites, orales et pratiques, au chef-lieu du département, devant un jury présidé par un des inspecteurs généraux de l'agriculture. Cependant les meilleurs postes, comme ceux du Loiret, de la Côte-d'Or, de Seine-et-Marne, se donnent à la suite d'un simple concours de titres. Pourquoi deux poids et deux mesures? Ou le concours est bon et il faut appliquer le principe; ou il est mauvais et il faut revenir au choix, à la faveur. On aurait mauvaise grâce d'alléguer que ces chaires sont des créations nouvelles, elles sont toutes dans le même cas ou peu s'en faut.

A ces concours ne se présentent généralement que des jeunes gens depuis peu sortis des Écoles, et cela n'a rien de surprenant : les appointements sont modiques, les fonctions fatiguantes et délicates, la carrière sans issue; le concours est souvent redouté d'ailleurs par ceux qui possèdent déjà une situation morale établie. Pourtant, s'ils ont l'avantage de l'activité physique, les jeunes gens ont certainement le désavantage de l'âge, de l'expérience et de l'autorité morale.

Peu de personnes se font une idée du rôle difficile, délicat, aride, que doivent remplir les professeurs départementaux. Il est infiniment plus aisé de professer un cours devant des élèves que de parler d'agriculture devant des cultivateurs; les uns croient sur parole et ne sauraient d'ailleurs ni contrôler, ni discuter; les autres, forts de leur pratique, ne se figurent point qu'il puisse être possible de faire mieux qu'ils ne font, ne restent jamais à court de bonnes ou de mauvaises raisons, n'entrent qu'à leur corps défendant dans un nouvel ordre d'idées et ne se rendent qu'à la dernière extrémité. Encore ce triomphe du professeur suppose-t-il qu'il a sur ses auditeurs l'influence de l'âge, l'autorité d'une expérience reconnue, qu'il connaît à fond et dans tous ses détails la culture de son pays d'adoption, qu'il a su enfin, par sa prudence et son habileté diplomatique, édifier à son profit une forteresse inexpugnable.

D'un autre côté, sa situation mixte, sa dépendance de deux ministères, ses doubles fonctions nous laissent craindre que, dans certains cas, il puisse être tiraillé entre l'Inspecteur d'Académie ou le Directeur de l'École normale, et le Préfet ou le Conseil général; que de deux côtés, on le charge de corvées plus ou moins obligatoires, sous prétexte qu'il est l'homme à tout faire puisqu'il est payé par tous. Pour remplir fructueusement ses fonctions, pour fortifier l'autorité sans laquelle il ne pourra rien, il faudrait avant tout s'attacher à lui donner une indépendance relative.

Néanmoins, avec un personnel bien choisi, avec une organisation bien conçue, l'institution des chaires départementales nous semble appelée à rendre de précieux services. Elle permettrait de dresser, chaque année, rapidement et à peu de frais, une statistique des récoltes de toute nature, renseignant en temps opportun et l'administration et le commerce. En outre, chaque titulaire pourrait et devrait dresser, du département qui lui est confié, une statistique agricole, manufacturière et industrielle, une sorte de monographie plutôt précise qu'étendue; la collection de ces travaux offrirait à l'agriculture un intérêt tout

particulier. Ce serait la continuation ou pour mieux dire la reprise de l'œuvre commencée, il y a environ trente ans, par les inspecteurs de l'agriculture, œuvre trop pressée au début, insuffisamment mûrie et par suite interrompue peu après.

Plusieurs départements sont entrés dans une voie plus large encore : c'est ainsi que celui des Basses-Pyrénées a crée une chaire départementale de viticulture; celui de la Haute-Vienne, une chaire d'arboriculture, et celui même de la Seine-Inférieure une chaire de zoologie agricole. Il est à souhaiter que cet exemple se généralise. L'enseignement agricole, à quelque degré que ce soit, rendra, croyons-nous, d'autant plus de services qu'il se spécialisera davantage. Il reste à établir des chaires d'œnologie, de fromagerie, de zootechnie, de pisciculture fluviale et marine, de technologie agricole, etc., etc.

3° Écoles nationales ou régionales d'agriculture. — C'est à la Suisse et à M. de Fellemberg que paraît revenir l'honneur d'avoir ouvert la première École d'agriculture, en 1799, à Hoffvill, près de Berne.

En Allemagne, la même gloire appartient au célèbre Albrecht Thaer, qui, en 1806, fonda à Mœgelin, près de Vrietzen-sur-l'Oder, en Prusse, l'Institut agricole qui a si longtemps et si justement joui d'une renommée Européenne. En 1818, Schwertz fondait en Wurtemberg l'Institut agricole d'Hohenheim; en 1822, M. Krauss, en Bavière, celui de Schleissheim; en 1830, M. Schweitzer, en Saxe, celui de Tharandt; en 1834, M. Schulzé, en Prusse, celui d'Eldena et M. Sturm, celui de Poppelsdorf; enfin, en 1842, en Prusse encore, le Dr Sprengel, l'Institut de Regenwald. En Italie, M. le marquis de Rudolfi avait fondé, vers 1841, l'Institut agricole de Meleto.

En France, la Convention décrétait, le 3 brumaire an IV (25 octobre 1795), la fondation d'Écoles spéciales d'agriculture, décret qui, par suite des évènements, ne fut jamais exécuté. Dans son plan d'organisation proposé en 1803 à la Société d'agriculture de la Seine, François de Neufchâteau demandait la création de trois Écoles spéciales d'enseignement agricole, qui eussent été en même temps des Fermes-Modèles. Ce projet, comme le précédent, resta dans l'oubli, et c'est à l'initiative privée que la France doit les premières Écoles d'agriculture. Ce fut d'abord celle de Roville (Meurthe), fondée par M. de Dombasle, puis celle de Grignon (Seine-et-Oise), fondée en 1827, par MM. Auguste Bella et Polonceau; puis vinrent celle de Grand-Jouan (Loire-Inférieure), par M. Rieffel en 1842; de la Saulsaie (Ain), par M. C. Nivière, en 1842. En 1856, par les soins de M. Tocqueville, s'ouvrait à Beauvais (Oise), une École libre d'agriculture, qui, dirigée par les frères de la doctrine chrétienne, prit le titre d'Institut normale d'agriculture. Entretemps se produisaient d'autres tentatives de même nature, qui ont plus ou moins échoué; en 1831, à Coetbo (Morbihan), par M. J. de Girardin; en 1842 à Arcachon (Landes); en 1845, à la Montaurone (Bouches-du-Rhône), par M. de Bec; en 1846, à Sainte-Geneviève, près Nancy, par M. Turck; en 1848, au Petit Rochefort, près d'Angoulême (Charente), par M. Rivaud, etc., etc.

En 1848, la loi de réorganisation de l'enseignement agricole établit officiellement les trois Écoles régionales de Grignon, Grand-Jouan et de la Saulsaie : l'administration affermait les domaines et faisait les frais de l'enseignement théorique; le Ministre des Finances encaissait les recettes, le Ministre de l'agriculture payait les dépenses. C'est là une des malheureuses nécessités de notre comptabilité financière, d'où résulte l'impossibilité de faire de la culture lucrative et d'ou ressort l'impression d'un gros budget de dépenses sans budget proportionnel de recettes. Grignon cultivait alors 470 hectares, Grand-Jouan 500 et la Soulsaie 300. En 1866, le système de culture administrative fut, non pas abandonnée, mais singulièrement restreint; nous dirons qu'on alla d'un extrême

à l'autre, en réduisant les terres de l'École de Grignon à 67 hectares, de Grand-Jouan à 20 à peine. Enfin, en 1870, sans motifs connus ou faciles à justifier, on transféra l'École de la Saulsaie qui avait de 35 à 40 élèves, à Montpellier où elle ne rouvrit qu'en décembre 1872, avec 12 élèves, sur un domaine composé exclusivement de 23 hectares de vignes, acheté par le département et la ville qui y construisirent pour plus de 250,000 francs de bâtiments.

L'École de Grignon fut dirigée, de 1822 à 1852 par son fondateur, M. Auguste Bella; de 1852 à 1869, par son fils, M. François Bella; intérimairement, de 1869 à 1870, par M. Boitel; enfin, de 1870 à ce jour par M. Dutertre. L'École de Grand-Jouan est depuis sa fondation dirigée par M. J. Rieffel, ancien élève de Roville. L'École de la Saulsaie, fondée par M. Césaire Nivière, fut dirigée par lui, de 1842 à 1852; de 1852 à 1863, par M. Pichat; de 1863 à 1870, par M. Lœuillet. L'École de Montpellier a été dirigée, de 1870 à 1874, par M. Lœuillet, et de 1874 à ce jour par M. Saint-Pierre.

Les Écoles régionales d'agriculture (elles ont porté ce nom de 1848 à 1852, puis sont devenues Impériales de 1852 à 1870, et redevenues Nationales depuis lors), ne sont point instituées pour donner l'exemple de la culture lucrative; ce ne sont point des Fermes-Modèles, trop de circonstances s'y opposent; enfin c'est à tort, selon nous, qu'on tend à leur donner le caractère expérimental. Là, tout doit céder aux nécessités de l'enseignement, tout doit être combiné et organisé pour lui : spécimens de la culture locale, exemples d'améliorations réalisées ailleurs, champs d'expériences, collection de tous genres. Il faut donc un domaine suffisant en étendue et non trop vaste pourtant afin de ne pas multiplier les courses. Il y a vingt ans, Grignon représentait le système de culture intensif de la Beauce et des environs de Paris; Grand-Jouan, le système de culture extensif de la Bretagne et les desséchements des Landes; la Saulsaie, le système extensif de la Bresse et le desséchement des étangs; depuis lors, tout s'est uniformisé ou plutôt chaque école a perdu le caractère qui lui était propre et justifiait les préférences des élèves. Actuellement, Montpellier ne représente plus que la viticulture dans une région où les vignes disparaissent chaque jour.

La réorganisation de 1848 n'admettait dans les Écoles régionales que des élèves internes. En 1867, l'administration y reçut non-seulement des élèves externes, mais encore des auditeurs libres; puis lorsqu'on transféra la Saulsaie à Montpellier, on eut la malencontreuse idée de n'y recevoir que des externes et des auditeurs libres; on ne tarda pas à s'apercevoir que ce système est incompatible avec des études sérieuses et force fut de rétablir l'internat et de soumettre cette école au même régime que les deux autres.

L'effectif actuel se compose en moyenne comme il suit : Grignon, 100 élèves internes et externes; Grand-Jouan, 35, Montpellier 16, ensemble environ 150 (1). Le prix de la pension est de 1,200 fr. par an à Grignon, de 1,000 fr. dans les deux autres; pour les internes, de 200 fr. par an pour les externes et les auditeurs libres. On a calculé que chacun des élèves sortis des Écoles revenait à des prix considérables; cela est possible et tient surtout aux fautes commises, aux transformations fréquentes et malheureuses qu'on a cru devoir opérer. En toute chose, d'ailleurs, il faut considérer la fin. Pour nous, nous ne nous plaindrons pas que l'enseignement agricole coûte trop cher, mais nous regrettons que les élèves se pressent trop peu nombreux dans les écoles. Serait-ce que celles-ci sont mal distribuées sur le territoire? Serait-ce indifférence de la part des populations? nous ne saurions le dire, et il y a là quelque chose à étudier.

(1) Plus 30 environ à l'Institut normale libre de Beauvais (Oise).

La durée des études, dans les Écoles régionales, était de trois ans, pendant la période de 1848 à 1866; à cette dernière époque, on la réduisit à deux ans et demi, en supprimant le travail de la thèse. Nous estimons que ce temps serait suffisant pour des élèves complètement préparés par leurs études antérieures, pour les bacheliers ès-sciences, par exemple; mais tel n'est pas le cas de la plupart à leur entrée, au point de vue des sciences mathématiques surtout. Il en résulte que l'enseignement se trouve retardé et reste forcément à un niveau plus élémentaire.

Les élèves des écoles d'agriculture font de la théorie et de la pratique : de la théorie, dans les salles de cours et amphithéâtres; de la pratique dans les laboratoires, les étables et les champs. Souvent on a poussé trop loin l'amour de la pratique, pourtant, et même, dans certains cas, jusqu'à la puérilité : on ne saurait, en deux ans et demi, devenir administrateur, laboureur, faucheur ou charretier, vétérinaire ou maquignon, forestier ou marchand de bois. L'indispensable, c'est que l'élève apprenne le maniement des instruments et le manuel des opérations. Les Fermes-Écoles sont surtout chargées de l'enseignement pratique, les Écoles nationales de l'enseignement théorique.

A leur sortie de l'École, les élèves peuvent recevoir un diplôme de capacité agricole et se présenter ensuite pour concourir à l'obtention d'un diplôme d'ingénieur agricole, simple titre qui n'aura jamais que la valeur que l'administration voudra bien lui accorder. De 1845 à 1848, on délivrait déjà des diplômes de deux degrés, dont le supérieur était exigé pour tout professeur salarié par l'administration; il faut ajouter qu'on n'en nomma aucun.

L'enseignement se donne de la manière suivante : les cours sont d'une heure et demi et chaque division d'élèves en reçoit un ou parfois deux par jour, dans la matinée; l'après midi est consacrée à l'application, à la pratique de ce même cours, dans les amphithéâtres, laboratoires, salles de collections, étables, champs ou jardins. Le nombre des chaires est de dix à Grignon, plus quatre conférenciers et dix répétiteurs. Les matières qui font l'objet de l'enseignement sont: 1° L'agriculture et l'arboriculture fruitière; 2° la zoologie appliquée et la zootechnie; 3° la physique, météorologie, géologie, minéralogie et la chimie; 4° la botanique et la sylviculture; 5° le génie rural, la mécanique et l'architecture rurale; 6° la technologie agricole; 7° l'économie et la législation rurale; 8° la comptabilité. Les conférences traitent de l'hygiène humaine, de l'agriculture pratique, de la taille des arbres, de l'apiculture et de l'entomologie.

Nous ferons remarquer qu'à cet enchaînement, il manque au moins un anneau : une chaire d'histoire de l'agriculture et d'agriculture comparée. Pour arriver au progrès, il faut connaître l'histoire du progrès; savoir quand, comment et pour quoi il s'est produit afin de s'équilibrer avec les besoins et de s'harmoniser avec les autres sciences et industries; pour déterminer et mesurer le progrès, il ne faut pas l'étudier chez soi seulement, mais aussi chez les autres. Lorsqu'on veut étudier une question quelconque, dans les arts, les sciences, l'industrie, n'est-ce pas par l'historique de ce point spécial qu'il faut débuter? C'est ce que font les médecins, les vétérinaires, etc.; c'est ce que ne font que rarement les agronomes, et... pour cause. Ces courtes revues rétrospectives sont indispensables pour l'intelligence du lecteur et lui prouvent que l'auteur s'est enquis des origines de la question. Que de choses, que d'idées on nous présente chaque jour, comme nouvelles, tandis qu'elles remontent aux Géoponiques anciens, ou même plus haut. Introduire dans les Écoles nationales l'étude de l'histoire de l'agriculture et de celle de l'agriculture comparée, serait combler une importante lacune.

Nous nous demanderons maintenant si l'enseignement de nos Écoles procède avec toute la logique désirable? si elle suit ce principe fondamental de tout

enseignement, procéder du connu à l'inconnu, du simple au complexe? et, consultant les programmes semestriels publiés par les journaux, nous nous convaincrons qu'on y a à tort négligé ce principe absolu. Les études de l'agriculture (engrais), de la botanique (nutrition, respiration), de zootechnie (physiologie), commencent dès l'arrivée des élèves à l'école, en même temps que les études de chimie et de physique. L'agriculture traite des opérations culturales avant que le génie rural ait étudié les instruments. Par contre, la technologie enseigne la fabrication du sucre, de l'alcool, de la fécule, de la bière, du vin, avant que l'agriculture ait traité des plantes industrielles. Il est vrai que, de son côté, l'économie rurale qui devrait synthétiser et relier tout les cours, marche parallèlement à eux.

La logique, comme le bon sens, voudraient ce nous semble, qu'on procédât ainsi :

1re *Année.* — Physique, météorologie, minéralogie, géologie, — chimie minérale, organique, agricole, — génie rural, géométrie plane et dans l'espace mécanique générale, machinerie agricole.

2e *Année.* — Agriculture, sol, engrais, culture des plantes, — botanique, physiologie, taxonomie, phytologie. — sylviculture, essences, exploitation, repeuplement, — génie rural, hydraulique, architecture, — technologie, sucre, alcool, farine, huile, engrais.

3e *Année.* — Économie et législation rurales, — agriculture, assolements, administration, — zootechnie, industrie, zootechniques, — comptabilité.

Conférences. — 2e *Année.* — Taille des arbres, — agriculture pratique.

3e *Année.* — Hygiène humaine, — entomologie, — apiculture, sériciculture,

Cette organisation à la fois si simple et si logique, qui se bornerait à intervertir l'ordre des cours, n'a jamais été appliqué dans aucune école de France, ni de l'Étranger (1) et nous pensons quelle rendrait l'enseignement bien autrement fructueux. Le seul argument qu'on pourrait lui opposer, serait qu'elle apporte moins de variété dans les études; nous répondrons que lorsqu'on veut sérieusement s'instruire, il est préférable de rester dans un même courant d'idées; qu'il en est du cerveau comme de l'œil qui pour passer d'une vision prochaine à une autre éloignée, doit se livrer à une accommodation fatiguante; qu'enfin, s'il est désirable de voir rendre la science attrayante, on ne la débarrassera jamais de l'écorce amère des débuts; avant d'atteindre la rose, on peut bien supporter la piqure de quelques épines.

De 1848 à 1852, le corps enseignant des Écoles d'agriculture se recruta, selon la loi, par le concours qui donna, en diverses circonstances, des résultats tels que l'administration crut devoir le supprimer; dès lors, on éluda la loi, et jusqu'en 1871, les nominations se firent au choix. A cette époque, on ignore pourquoi, l'administration rentra dans la loi et rétablit les concours.

Ces concours sont ouverts à tous, dans les limites de certaines conditions, de nationalité et d'âge. Nous avons entendu proposer que, à l'imitation de ce qui se fait dans les Facultés de médecine et dans les Écoles vétérinaires, on ne pût se présenter à ces concours que muni d'un diplôme de capacité agricole ou d'ingénieur agricole. Ce sont là des vues étroites qui dominent encore en quelques lieux et porteraient grand dommage à l'enseignement agricole qui se recrute déjà avec une certaine difficulté, nous verrons plus tard pourquoi. Qui dit

(1) Si pourtant, en partie, dans le programme d'enseignement des trois écoles provinciales d'agriculture de la Confédération argentine (Amérique méridionale), fondées en 1872.

concours, dit sélection des meilleurs; et les meilleurs, il les faut prendre partout où on les trouve. Il n'est, à notre avis, pas plus besoin d'être vétérinaire pour enseigner la chimie, que forestier pour enseigner la botanique.

Craint-on d'ailleurs de voir se présenter de trop nombreux candidats lors des vacances qui se produisent dans les 26 chaires de nos trois écoles? Cela est peu probable, lorsqu'on voit, dans ces dernières années, tant de concours (agriculture, économie, zootechnie, etc.,) annulés pour une cause ou pour une autre? Serait-ce que les hommes capables manquent? non, à coup sûr. Mais, autant un jeune homme qui a une situation à se faire se présente hardiment à un concours où il ne risque que peu de chose, autant un homme fait hésite à y hasarder une réputation acquise, devant un jury dont il aurait parfois le droit de discuter la compétence. C'est à l'entrée des carrières qu'il faut placer le concours et non au milieu; c'est pour le répétitorat et non pour le professorat qu'il fallait l'établir.

De 1848 à 1864, les appointements des professeurs des Écoles régionales étaient invariablement fixés à 2,400 fr. (moins la retenue de 5 $^0/_0$ pour la caisse des retraites, soit net 2,375 fr.); en 1865, ils ont été portés à 4,000 fr.; enfin, en 1867, on a établi trois classes de traitements (4, 5 et 6,000 fr.). L'avancement sur place est laissé au choix, et l'ancienneté n'y donne aucun titre; il se décide sur la proposition de l'Inspecteur général de l'agriculture. Le maximum de traitement, c'est l'impasse; au-delà, rien, aucune situation à espérer.

Dans les Écoles vétérinaires, l'ancienneté est un droit; dans les Écoles d'agriculture elle n'a presque aucune signification. Dans les Écoles vétérinaires, il y a une sorte de hiérarchie morale et organisée, et les professeurs passent au choix ou à l'ancienneté d'une école dans une autre. Le directeur d'Alfort devient, en quelque sorte de droit, inspecteur général des Écoles vétérinaires, et est lui-même, presque invariablement remplacé dans la direction, par le plus ancien des professeurs de l'École. Il n'en est pas de même dans les Écoles d'agriculture dont les directeurs et sous-directeurs sont souvent pris en dehors du personnel enseignant. Enfin, nous avons entendu reprocher à l'administration sa parcimonie envers les professeurs dont elle prodigue parfois aux anciens élèves, les distinctions honorifiques.

Une chaire conquise, l'avenir du titulaire dépend, non-seulement de lui-même, mais aussi du directeur et des inspecteurs qui ont à l'apprécier chaque année, et qu'on doit dès lors supposer compétents pour juger lui et ses élèves.

On ne s'improvise pas professeur d'un jour à l'autre; il faut non-seulement de l'instruction, de l'expérience, de l'âge; il faut encore s'y préparer de longue main; et, songez qu'il n'y a que trois écoles et trois chaires pour chaque faculté! Quelles chances à courir et combien le candidat pourra attendre d'années avant de chausser les bottines du défunt ou du retraité! Si vous voulez préparer de bons professeurs, après avoir ménagé une autre issue que la retraite à leur carrière, formez-vous une pépinière par le répétitorat, non pas le répétitorat comme on l'a compris jusqu'ici, le répétiteur se bornant à recommencer l'application que vient de faire le professeur et à interroger les élèves, mais le répétiteur devenant le préparateur, le collaborateur du professeur, chargé d'enseigner les éléments, de professer certaines parties du cours, de résumer chaque mois, par deux ou par quatre les leçons du professeur, en les rapprochant et les commentant, de suppléer le professeur lui-même au besoin. Donnez à ces répétiteurs des appointements tels que cet emploi ne soit plus pour eux un pis aller que sollicitent de jeunes et anciens élèves lorsqu'ils quittent leur stage ou ont perdu une régie et qu'ils abandonneront dès qu'ils auront trouvé une autre situation. C'est cette fonction qui devrait être mise en concours; et le candidat

nommé pourra se préparer sérieusement à une carrière au bout de laquelle il entreverra une nomination au choix à une chaire devenue vacante.

Mais voilà qu'au contraire, par suite de nécessités budgétaires, paraît-il, on a cru devoir supprimer les répétiteurs dans les deux Écoles de Grand-Jouan et de Montpellier; dans la dernière surtout, où ils eussent été si utiles au début, pour installer des traditions et stimuler les études ! A Grignon, on les a conservés en partie, il est vrai, mais en chargeant chacun d'eux de desservir deux chaires. Le répétiteur n'est plus dès lors qu'un simple *colleur* auquel il ne reste pas une minute pour travailler à son instruction propre, et conséquemment, au profit des élèves.

Encore une fois, qui veut la fin veut les moyens. Pour faire de l'enseignement, il faut réunir des élèves et des professeurs : les élèves viendront quand on aura compris, en France, que l'agriculture peut s'enseigner et qu'on ne l'apprend pas par intuition. En tout cas, il faut de bons professeurs et on ne les trouvera qu'en organisant leur recrutement, comme dans toutes les autres branches d'enseignement.

Présenter le tableau complet des Écoles d'agriculture actuellement existantes n'est point chose facile; nous nous contenterons d'indiquer en ce moment celles qui nous sont connues ; l'Exposition universelle nous permettra sans doute d'en compléter la statistique.

Belgique. — École d'agriculture de Gembloux.

Allemagne. — Écoles d'agriculture de Mœgelin, Eldena, Poppelsdorf, Proskau. Waldau, Dusseldoof, Regenwald, Weyhenstéphan (Prusse) ; Hohenheim (Wurtemberg) ; Schleissheim (Bavière) ; Tharandt (Saxe royale ; Jena, Tieffurth (Saxe Weimar) ; Iddtein, Geisberg (Nassau) ; Coswig (Hanalt) ; Beberbeck (Hesse électorale) ; Darmstadt (Hesse Darmsladt ; Celle (Hanovre).

Autriche. — Elle possède cinq Écoles provinciales ou régionales, dont les plus renommées sont celles de Krummau, Graetz et Kracovie, plus sept Écoles moyennes.

Russie. — Institut supérieur de Gorigoretz, gouvernement de Mohilow.

Italie. — Écoles d'agriculture de Lugo (1864), de Rimini (1869), de Rovigo (1871), de Feltre (1871), de Brusigena (1871), de Cosenza (1872), d'Altamura (1872), de San Remo (1873), de Grumello al monte (1874).

Roumanie. — École d'agriculture de Pantéleimon.

Espagne. — Institut agricole Catalan, à Barcelone.

Suède.. — Institut agricole d'Ultuna (1864), académie agronomique de Stockholm (1811) ; 27 écoles de second ordre ; 2 écoles pour l'enseignement spécial des deux industries du beurre et du fromage.

Turquie. — En 1846, le sultan Abdul-Médjid avait créé dans la Ferme-Impériale de Aymama, près du village de San-Stefano, à 20 kilomètres de Constantinople, une École impériale d'agriculture.

États-Unis d'Amérique. — A la suite de la guerre de Sécession, le congrès de Washington, par un acte du 2 juillet 1862, comprenant l'urgence de donner une vive impulsion à l'agriculture par l'enseignement, mais voyant le Trésor appauvri, décida : qu'il serait accordé, sur les domaines nationaux, une dotation immobilière de 15,000 hectares par cent mille âmes de population, aux États qui feraient les frais de premier établissement d'écoles d'agriculture. Vingt-cinq États environ ont déjà profité de cette loi, dépensé trente millions de francs, et reçu cinquante millions d'hectares.

Amérique du Sud. — Confédération argentine : Écoles provinciales de Mendoza ; Tucuman et Salta, Brésit : Institut agricole de Flumineuse, Petropolis, Bahiano et Pernambuco.

Japon. — École d'agriculture d'Hokkaïdo (100 hectares. Tous les élèves boursiers).

En Prusse, vers 1839, M. Senft avait fondé à Kramenz, en Poméranie, une école de praticulture et d'irrigation ; en 1838, une seconde école du même genre fut fondée par M. le comte de Gersdorf, à Janowitz, près d'Heyerswerde, L'Autriche possède, depuis 1668, une école spéciale de viticulture.

En France, M. le comte Du Conédic, qui avait converti, par l'irrigation, 65 hectares de landes en prairies fertiles, fonda en 1862, sur son domaine du Lézardeau, près de Quimper (Finistère), une école pratique d'irrigation et de drainage, dans le but de former des chefs irrigateurs et draineurs. Le Lézardeau comprend 26 hectares, dont 20 en prairies, 5 en culture et 1 en jardins. On y reçoit, au concours, les élèves sortis des Fermes-Écoles avec le certificat de capacité, jusqu'à concurrence de douze : plus, d'anciens élèves des Écoles régionales nommés stagiaires par l'Administration ; plus enfin tous ceux qui se présentent au concours dans les limites d'âges. La durée des études n'est que d'un an. L'enseignement théorique et pratique est donné par quatre professeurs ou chefs de pratique : 1° Botanique agricole , praticulture, économie rurale, comptabilité ; 2° Mathématiques, géologie, géodésie, chimie analytique ; 3° Irrigation, aménagement des eaux, drainage, défrichements ; 4° Économie du bétail, laiterie , engraissement. Le programme est vaste pour une seule année, et la tâche est d'autant plus délicate que ces cours s'adressent à la fois à des élèves d'Écoles régionales, de Fermes-Écoles et d'Écoles primaires, c'est-à-dire à des intelligences diverses et à des cerveaux différemment préparés. L'École du Lézardeau, successivement dirigée par MM. Sauvage et Dot, l'est actuellement par M. Philippar, ancien élève de Grignon.

On ne remarque pas assez, qu'en France, l'enseignement agricole se donne d'une manière générale, ce qui est bien pour des écoles ouvertes à tous les citoyens et même aux étrangers, mais ce qui ne suffit pas pour déterminer des progrès rapides dans toutes les branches de l'industrie du sol et dans toutes les régions du pays. Il serait bon, croyons-nous, de spécialiser plus qu'on ne l'a fait jusqu'ici, en ouvrant par exemple des écoles moyennes d'irrigation dans les Vosges, de viticulture et œnologie dans la Gironde et la Côte-d'Or, de pisciculture dans l'Oise ou l'Aisne, de laiterie dans le Jura et le Morbihan, etc., par exemple.

Enfin signalons une nouvelle et excellente tendance, celle de quelques départements avancés à fonder des écoles moyennes d'agriculture, comme dans la Seine-Inférieure.

4° **Institut agronomique.** — Depuis longtemps, on réclame en France une École supérieure d'agriculture où l'enseignement se donne à un degré plus élevé que dans les Écoles régionales. Ce désir fut un instant satisfait en 1846, par M. Tourret, alors Ministre de l'agriculture, qui fonda, à Versailles, l'Institut agronomique. Mais on eut le tort de donner à cet établissement de trop grands et surtout trop coûteux développements et il succomba, deux ans plus tard, sous une volonté puissante et indiscutable. Ce n'est qu'en 1873 que l'idée put être reprise sur une échelle plus modeste mais qui pourra se développer.

L'Institut agronomique fût placé sous la direction de M. Eug. Tisserand, inspecteur général de l'agriculture, et provisoirement installé au Conservatoire des Arts-et-Métiers, à Paris : on y créa un grand nombre de chaires dont on nomma tous les titulaires au choix, à l'exception de trois qui durent subir le concours, sans qu'on ait pu s'expliquer ces trois exceptions, les candidats ne devant pas manquer, pour la chimie, entre autres.

Aux chaires créées à l'ancien Institut de Versailles, on n'a guère ajouté que

celle d'Agriculture comparée, dans laquelle on eût dû faire entrer, comme à l'École supérieure de Vienne (Autriche), l'histoire de l'Agriculture. On n'est pas retombé dans la même faute qu'en 1849 ; on a plutôt été à l'extrême opposé, en plaçant l'Institut à Paris même ; mais la lacune n'a pas tardé à être comblée et on vient de lui annexer, en commun avec l'École vétérinaire d'Alfort, la ferme de Vincennes, ancienne dépendance des domaines impériaux ; on y a fait construire un laboratoire de chimie et diverses dépendances, et, avant peu sans doute, l'Institut agronomique y sera transféré.

Malheureusement, jusqu'ici, les élèves et les auditeurs libres ont fait un peu défaut à ce bel et utile établissement ; c'est sans doute une question de début et quand il sera complètement organisé, muni de collections et de moyens d'enseignement pratique, il n'est pas douteux que les élèves nationaux et étrangers viendront se presser nombreux dans ses amphithéâtres, comme autrefois à l'Institut de Versailles si malencontreusement supprimé.

L'enseignement supérieur s'adresse aux élèves diplômés des Écoles régionales qui devraient y entrer, de droit, avec une bourse ; aux fils de grands propriétaires fonciers de la France et du monde entier, enfin à tous ceux qui se destinent sérieusement à l'administration rurale. Les élèves y sont tous externes, et les cours, comme les collections, sont ouverts aux auditeurs libres.

Il est vrai que la France n'est pas le seul pays d'Europe doté de cette institution : L'Autriche a ouvert, à Vienne, en 1872, une École supérieure comprenant deux sections, l'une d'agriculture, l'autre de sciences forestières ; les élèves y sont externes aussi et divisés en réguliers et irréguliers ; les premiers peuvent recevoir des brevets d'aptitude. Les cours, au nombre de trente, sont divisés en : élémentaires, spéciaux et complémentaires ; ils ont une durée nominale de trois ans.

L'Italie, en 1870-1871, a organisé deux Écoles supérieures d'agriculture ; l'une à Portici, près de Rome, la seconde à Milan. En 1875-76, elles comptaient, la première 60, la seconde 43 élèves, ensemble 103.

En Russie, on s'occupait dès 1861, de réorganiser l'Académie agricole de Moscou, fondée en 1848 ; on lui donna le domaine de Petrowki situé à deux kilomètres de la ville et acheté au prix d'un million de francs. M. L. de Fontenay, qui visita l'empire des Czars en 1869, a fait un aussi triste tableau de l'école que du domaine.

Nous n'avons pu considérer comme Écoles supérieures, diverses institutions qui, en Europe, ont pris ce titre que les faits ne semblent en rien justifier.

5° Institutions complémentaires. — Laboratoires départementaux de chimie. — Depuis que les progres de la chimie moderne ont fait connaître les engrais commerciaux et créé une industrie et un commerce nouveaux, les nécessités pour les transactions, de déterminer la valeur exacte et de constater les fraudes des matières fertilisantes, ont conduit à organiser des laboratoires départementaux. Depuis peu, cette institution est devenue indispensable, non-seulement pour les engrais, mais aussi pour les vins, et on pourrait ajouter pour la plupart des denrées comestibles. Les laboratoires rendent encore de grands services par l'analyse des sols et des sous-sols, des eaux, des fourrages, du lait et de tous les produits agricoles.

C'est le département de la Loire-Inférieure qui, vers 1844, en présence des nombreuses falsifications auxquelles donnaient lieu la fabrication et le commerce des noirs de raffineries et des noirs animalisés, nomma le premier un Inspecteur-vérificateur des engrais, M. Bobière. En 1872, le département de la Côte-d'Or établit à Dijon un laboratoire de chimie (M. Ladrey, directeur), en vue de vérifier les fraudes sur les vins.

Chaires départementales de chimie. — L'agriculture sent de plus en plus le besoin de se faire renseigner et protéger par la chimie, l'une des bases de ses progrès modernes. Huit départements déjà ont installé des chaires de chimie agricole, afin de faciliter l'étude de cette science aux jeunes agronomes et aux cultivateurs désireux de s'instruire. Ce sont : le Calvados (Caen, 1850) ; l'Ille-et-Vilaine (Rennes, 1853); la Gironde (Bordeanx, 1856) : la Haute-Vienne (Magnac-Laval, 1872) ; le Finistère (Quimper, 1873) ; la Loire-Inférieure (École normale de Savenay, 1873) ; la Meurthe et Moselle (Nancy, 1875) ; enfin la Seine-Inférieure (Rouen, 1877).

Stations agronomiques. — C'est l'Allemagne qui, la première, établit des stations de recherches agronomiques (elle en possède actuellement 35 en fonctionnement régulier, richement dotées de laboratoires et de revenus, confiées à des savants déjà célèbres, comme le Dᵉ Stockardt et tant d'autres. En Autriche-Hongrie, nous trouvons aussi un grand nombre de ces établissements au milieu desquels brille surtout celui d'Ungarisch-Altenburg ; l'une d'elles, celle de Klosternewbourg (Basse-Autriche, à 11 kilom. de Vienne), est spécialisée pour la viticulture et l'œnologie. En Angleterre les Drs Lawes et Gilbert ont depuis longtemps fondé le laboratoire de recherches de Rothamsead, connue du monde entier et d'où sont sortis tant de beaux travaux ; la Société royale d'Agriculture a depuis longtemps aussi établi, auprès de l'école de Cirencester, un laboratoire de chimie, dirigé par M. Sibson. La Belgique possède les stations agronomiques de Gembloux et de Gand.

En France, M. Georges Ville fondait en 1864, grâce à la libéralité de l'Empereur, la station agronomique de Vincennes, sur les terrains du domaine de la liste civile. En 1868, M. Grandeau en établit une seconde, à Nancy (Meurthe), avec le concours des Ministères de l'Agriculture et de l'Instruction publique, et celui des Sociétés d'agriculture. Depuis 1871, il s'est fondé, en partie avec les mêmes ressources, en partie avec celles de l'initiative privée ou collective, seize autres stations agronomiques, savoir : Mettray (Indre-et-Loire) ; Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) ; Lille (Nord) ; Magnac-Laval (Haute-Vienne) ; Dijon (Côte-d'Or) ; Châteauroux (Indre) ; Montargis (Loiret) ; Arras (Pas-de-Calais) ; Beauvais (Oise) ; Auxerre (Yonne) ; Avignon (Vaucluse) ; Bourges (Cher) ; École d'agriculture de Grignon (Sône-et-Oise) ; École d'agriculture de Grand-Jouan (Loire-Inférieure) ; École d'agriculture de Montpellier (Hérault) ; cette dernière possède en outre une station de sériciculture. En sorte, que le nombre total des stations agronomiques est actuellement de 18.

Si nous ne pouvons qu'approuver le développement donné aux statious de recherches agronomiques, nous demanderons pourtant à présenter quelques réserves.

Dans toutes les stations, on fait de la chimie, on ne fait même que cela et les études portent à peu près exclusivement sur la physiologie végétale et les engrais. Est-il donc nécessaire de les multiplier pour une étude intéressante, il est vrai, mais qui ne présente pas des différences extrêmement variables d'un département à un autre. Si l'on arguait que les résultats constatés ont besoin de vérification et d'être appropriés aux diverses natures de sols, nous demanderons si on en conclut à une station par canton ? Il nous semble qu'il serait préférable d'en avoir moins et de les doter plus libéralement ; quatre ou cinq stations, confiées à des savants spéciaux, disposant de terrains suffisamment étendus et variés, pourvues de laboratoires et de revenus, nous paraîtraient devoir être bien plus profitables aux progrès agricoles qu'une semblable dissémination de forces et d'argent. Ne sait-on pas ce qu'à pu faire et à ses propres frais, M. Boussingault à Bechelbronn (Haut-Rhin) ? Il est vrai que les Boussingaults

sont rares ; mais pourquoi ne pas chercher à en produire ? C'est certainement de Bechelbronn qu'est sortie l'idée première des stations agronomiques que nous a empruntée l'Allemagne.

Mais si nous demandons qu'on ne multiplie pas outre mesure les stations, nous demanderons aussi qu'on les spécialise, afin d'attirer leurs recherches sur les divers points de la production nationale. Pourquoi les unes ne s'occupent-elles pas de pisciculture fluviale (il faut nous rendre l'équivalent d'Huninque, les autres de pisciculture marine (les laboratoires de Wimereux, Roscoff. Marseille, Arcachon, etc., sont à peu près exclusivement consacrés à la science pure) ; celles-ci de l'utilisation du lait par le beurre et le fromage (comme en Suède, en Danemarck, en Suisse, etc.) ; celles-là de viticulture, d'œnologie, de sériciculture, etc., etc.)Pourquoi, enfin, ne pas imiter les Allemands, les Anglais, les Danois, les Suédois, les Américains surtout ? Pourquoi faire la part si large à la production végétale et si étroite à la production animale ? Une station zootechnique coûtera un peu plus cher peut-être qu'une station agricole, mais les services qu'elle serait appelée à rendre seraient bien plus directement et bien plus généralement utiles ; il n'y a qu'à se rappeler, pour en être convaiucu les travaux de MM. Lawes et Gilbert et ceux de M. Baudement.

RÉSUMÉ.

En résumé, après avoir recueilli à l'étranger l'aveu que nos établissements d'instruction agricole, à tous les degrès, sont au moins au niveau, sinon au dessus de ce qui s'est fait ; tout en constatant les progrès accomplis et les efforts tentés depuis trente ans par l'Administration, il nous faut bien reconnaître qu'il nous reste beaucoup à faire encore en profitant de l'expérience acquise par les autres nations.

Pour réussir en quoi que ce soit, il faut avoir un plan et s'attacher à le suivre invariablement et avec persévérance dans son ensemble, tout en améliorant chaque jour les détails. Le progrès le plus important qu'il nous reste actuellement à réaliser, serait la spécialisation à tous les degrès, à côté de la généralisation indispensable. Donner l'instruction spéciale à toutes les classes de la société ne suffit pas, il faut attirer les élèves en les mettant en état d'appliquer fructueusement les connaissances acquises sur un point plus spécialement désigné et en rapport avec les aptitudes de chacun.

Voici le plan qui nous paraîtrait le plus logique dans l'état actuel :

A. — ENSEIGNEMEMT SPÉCIAL.

1er degré. — Enseignement agricole obligatoire dans les écoles primaires rurales.

2e degré. — Enseignement agricole obligatoire dans les lycées, collèges et séminaires.

3e degré. — Enseignement agricole obligatoire dans les Facultés des sciences.

B. — ENSEIGNEMENT SPÉCIAL.

1er degré· — Une Ferme-École ou École pratique d'agriculture spécialisée, par département.

2e degré. — Quatre Écoles d'agriculture (Nord, Ouest, Sud-Est, Sud-Ouest).

3e degré. — Un institut agronomique à Vincennes.

C. — INSTITUTIONS COMPLÉMENTAIRES.

Une chaire d'agriculture par département (conférences publiques et École normale).

Un laboratoire de chimie par département, avec chaire publique de chimie.

Quatre stations agricoles (Nord, Centre, Est, Ouest).

Deux stations zootechniques (Calvados, Seine-et-Marne).

Deux stations de pisciculture (Oise, Landes).

Deux stations laitières (Doubs, Morbihan).

C. D.

DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE ET SUPÉRIEUR

I. — Éducation de l'enfant. — Enseignement primaire. — Enseignement des adultes.

Si nous considérons dans leur ensemble les ressources que présente notre pays au point de vue du développement physique, intellectuel et moral de l'enfant, nous trouvons que l'œuvre d'éducation se gradue en échelons successifs dont les deux premiers sont les *crèches* et les *asiles*.

La *crèche* rend aux mères éloignées du foyer domestique par leurs travaux, le service de garder leurs enfants en très-bas âge pendant toute la journée, gratuitement quelquefois, ou moyennant une faible rétribution.

Cette institution, fondée, en 1844, par M. Firmin Marbeau, compte aujourd'hui, tant à Paris que dans 38 départements, 140 crèches où 3,000 enfants sont l'objet des soins les plus attentifs. La Société des crèches, reconnue comme établissement d'utilité publique en 1869, se consacre au développement de l'œuvre, dont l'importance a doublé en dix ans.

Les *salles d'asile* existent en France depuis une cinquantaine d'années, et M. Cochin en est considéré comme l'un des principaux fondateurs. Ces établissements sont publics ou libres, c'est-à-dire créés par l'Administration ou fondés par l'initiative particulière. Ils sont ouverts aux enfants des deux sexes de deux à sept ans; un réglement spécial en détermine le régime intérieur, et des précautions sont prises pour conserver au premier enseignement le caractère qui lui est propre.

Un cours normal, destiné à former des directrices d'asile, existe à Paris depuis 1848; des élèves-maîtresses y sont initiées aux meilleures méthodes. Le titre d'asile-modèle signale celles d'entre les salles d'asile qui se recommandent par leur bonne installation matérielle et l'excellence des moyens d'éducation.

Les 3,774 salles d'asile ouvertes en France ont reçu, en 1872, 462,667 enfants, dont 86,753 fréquentaient les asiles libres.

L'*école primaire* reçoit l'enfant au sortir de l'asile et développe l'enseignement, en quelque sorte maternel, du premier âge. C'est le troisième échelon dans la série des institutions dont nous donnons la nomenclature.

Comme les salles d'asile, les écoles primaires sont publiques ou libres.

Les écoles publiques étaient, en 1866, au nombre de 53,957; on en comptait, en 1872, 56,313 ainsi réparties :

Écoles publiques de garçons	22,164
Écoles publiques de filles	17,461
Écoles mixtes et écoles de hameau	16,688
TOTAL des écoles publiques	56,313

Le nombre des écoles libres qui, en 1866, était de 16,127, est descendu en 1872, en raison des nouvelles créations d'écoles publiques, à 13,866, soit :

Écoles libres de garçons	2,355
Écoles libres de filles	10,998
Écoles mixtes	513
TOTAL des écoles libres	13,866

En résumé, il y a, en France, 70,179 écoles, dont 24,519 écoles de garçons, 28,459 écoles de filles et 17,201 écoles mixtes ou spéciales aux deux sexes.

On constate, de 1832 à 1872, un accroissement continuel de la population scolaire. Ainsi, le nombre des élèves des écoles primaires, qui n'était, en 1832, que de 1,935,824, s'est élevé graduellement à 2,881,679 en 1840, à 4,336,368 en 1863.

En 1872, malgré une perte d'environ 180,000 élèves que devaient contenir les 3,000 écoles d'Alsace-Lorraine, la population scolaire était encore de 4,717,654 élèves, soit 2,444,216 garçons et 2,273,438 filles.

Le nombre des élèves payants (garçons et filles) était de 2,398,317, et celui des élèves gratuits de 2,324,437.

Sous le rapport des maîtres qui les dirigent, les écoles se partagent en écoles laïques et en écoles congréganistes, savoir :

Écoles publiques laïques	44,253
Écoles publiqnes congréganistes	12,060
Écoles libres laïques	7,280
Écoles libres congréganistes	6,486

Le même programme d'enseignement est suivi dans les écoles laïques et dans les écoles congréganistes. Ce programme comprend les matières suivantes :

Enseignement obligatoire : instruction morale et religieuse, lecture, écriture, langue française, calcul et système métrique, éléments d'histoire et de géographie.

Enseignement facultatif : éléments de géométrie, notions de sciences physiques et d'histoire naturelle, notions d'agriculture, d'industrie et d'hygiène, arpentage, dessin linéaire, d'ornement et d'imitation, langues vivantes étrangères, tenue de livres, chant et gymnastique.

L'intitution d'un certificat d'études, délivré, après examen, aux élèves qui ont terminé leur cours, exerce sur la propagation de l'enseignement une sérieuse influence.

On pouvait craindre que, en s'éloignant de l'école, les enfants ne perdissent vite les connaissances acquises; on a voulu prévenir ce danger en favorisant l'ouverture de cours d'adultes et la création de *bibliothèques scolaires*.

L'œuvre qui, en 1867, ne comptait que 11,417 bibliothèques, 721,853 volumes et 642,749 prêts, accusait, en 1876, 18,404 bibliothèques, 1,827,409 volumes et 1,196,332 prêts. Ces chiffres peuvent se passer de commentaires.

Les *écoles normales primaires* sont destinées à assurer un bon recrutement du personnel enseignant. L'école de Strasbourg, fondée en 1808, a été le premier établissement de ce genre. En 1830, il n'y avait encore que 7 écoles normales; trois années plus tard, on en comptait 47; leur nombre est maintenant de 95, soit 79 écoles normales d'instituteurs et 16 écoles normales d'institutrices. Il existe, en outre, 54 cours normaux d'institutrices, 2 d'instituteurs, indépendamment de 11 autres cours, dont 5 sont spéciaux aux protestants et 6 aux protestantes.

Un décret du 2 juillet 1866, a réorganisé l'enseignement dans les écoles normales.

Quand les enfants sortent de l'école primaire, leurs parents songent pour eux à la profession qu'ils doivent embrasser.

Les uns ne s'éloignent guère de leur famille, qu'ils secondent dans les travaux agricoles; les autres se tournent vers les professions industrielles ou entrent dans des établissements spéciaux désignés sous le nom d'*écoles d'apprentissage* ou d'*écoles professionnelles*, et continuent ainsi leurs études primaires, qu'ils alternent avec l'exercice d'un métier.

C'est pour prévenir les dangers qui résultent trop souvent de l'indifférence des parents à l'égard des enfants, au moment où ceux-ci viennent de quitter l'école dans ces conditions, que le législateur a ordonné, d'une part, la création d'*écoles de demi-temps*, et prescrit, d'autre part, que tout enfant admis avant douze ans dans un atelier devra, jusqu'à cet âge, suivre les classes d'une école pendant les heures libres de travail (loi du 19 mai 1874).

Des sociétés de patronage, les unes laïques, les autres congréganistes, servent d'intermédiaire entre les apprentis et les patrons, et poursuivent leur œuvre protectrice même après l'apprentissage.

A côté des écoles d'apprentissage ou professionnelles nous placerons les *écoles primaires supérieures*, au nombre de 100 environ, et dont le principal type a été, à Paris, l'école municipale Turgot; les élèves sortant de ces écoles sont recherchés par les chefs des maisons de banque ou de commerce qui désirent trouver des employés capables et instruits.

A Paris seulement, la population des écoles primaires supérieures s'est accrue, en dix ans, de 1,316 élèves; elle est actuellement de 2,089.

Les progrès de l'éducation des filles ont été plus lents; cependant des ouvroirs, nombreux déjà, font suite à l'école primaire, dont ils sont le complément.

Des *caisses des écoles* ont facilité, à Paris notamment, la création de cours de coupe et de couture où beaucoup de mères de famille envoient leurs filles avec empressement.

Citons maintenant deux institutions inappréciables pour les enfants infirmes :

1° L'*institution nationale des jeunes aveugles* de Paris qui a servi de modèle à 19 établissements du même genre, donnant, en tout, l'instruction à 608 aveugles (garçons ou filles).

C'est à Valentin Haüy que revient surtout l'honneur d'avoir organisé cet enseignement, en 1784. Ses procédés sont adoptés aujourd'hui dans le monde entier.

2° L'*institution des sourds-muets*, œuvre de l'abbé de l'Épée, existant à Paris depuis 1791 et qui compte 54 écoles.

Le nombre des sourds-muets admis à fréquenter les cours est de 4,000.

Comme complément à la liste des diverses institutions que nous venons de parcourir, nous ajouterons :

1° Des *écoles de maîtrise*, instituées dans la plupart des siéges épiscopaux, et d'où le jeune homme, entré enfant, sort généralemement muni d'une instruction musicale et littéraire qui lui assure une carrière honorable. Il y a certaines de ces écoles qui ne réunissent pas moins de 100 à 120 élèves.

2° Des sociétés orphéoniques, œuvres d'éducation musicale populaire, qui comprenaient, en 1864, 70,000 membres, et qui en comptent aujourd'hui 147,000, divisés en 3,243 sociétés.

II. — Organisation et matériel de l'enseignement secondaire.

L'enseignement secondaire classique ou spécial prévoit tous les besoins d'éducation de l'enfant, soit qu'il se prépare aux grandes écoles du Gouvernement, soit que les intentions de sa famille le dirigent vers les carrières industrielles ou commerciales.

Cet enseignement est donné par l'Etat dans les *lycées et colléges*, par les particuliers dans les *établissements libres d'enseignement secondaire* laïques ou ecclésiastiques.

Le nombre de ces maisons d'éducation se répartit ainsi qu'il suit :

81 lycées;

252 colléges communaux;

803 établissements libres laïques ou ecclésiastiques;

27 établissements dirigés par les jésuites.

Il existe, en outre, un assez grand nombre de petits séminaires, constitués sous l'autorité diocésaine des évêques, et qui donnent l'enseignement secondaire à tous ses dégrés.

De 1865 à 1876, les renseignements statistiques constatent une augmentation de 11,645 élèves dans les lycées, de 5,139 dans les colléges, de 159 seulement dans les établissements libres; les jeunes gens présents dans nos écoles sont aujourd'hui au nombre de 40,995 dans les lycées, 38,236 dans les colléges communaux, 78,065 dans les établissements libres.

En vue de cette progression constante, l'État prépare la création de 6 nouveaux grands lycées, et chaque année les départements et les communes votent des fonds pour l'ouverture de nouveaux colléges.

L'enseignement spécial existe dans presque tous les établissements publics, sauf dans certains grands lycées de la capitale : Louis-le-Grand, Fontanes, Saint-Louis, Henri IV, Vanves; l'École normale spéciale, fondée à Cluny en 1865, ne suffit plus au recrutement du personnel enseignant.

De nombreuses écoles professionnelles fondées dans les grands centres industriels et commerciaux, soit par l'initiative privée, soit sous le patronage du Gouvernement, répondent aux besoins manufacturiers des localités. Citons notamment l'école industrielle de Rouen, et l'école industrielle d'Épinal, qui a succédé à celle de Mulhouse.

Le régime intérieur disciplinaire, le fonctionnement du personnel administratif et du personnel enseignant est uniforme dans tous les établissements publics; les méthodes sont les mêmes; les mêmes programmes sont obligatoires dans tous les lycées et colléges; les arrêtés du 24 mars 1865 et du 23 juillet 1874, pris en conseil supérieur de l'instruction publique, ont fixé les programmes actuellement en vigueur pour l'enseignement spécial et pour l'enseignement classique.

C'est par les établissements libres laïques que se répandent les méthodes d'enseignement nouvelles et progressives, et l'on doit, à cet égard, citer avec

éloge les innovations fécondes qui ont déjà produit d'importants résultats à l'école Alsacienne et à l'école Monge.

Dans les établissements publics, l'enseignement des langues vivantes et de la géographie a pris depuis quelques années un essor considérable : le décret du 25 juillet 1874 rend obligatoire la connaissance d'une langue vivante pour l'obtention du diplôme de bachelier ; des chaires ont été créées dans tous les lycées et collèges.

De nombreux types de cartes plates ou en relief, et des globes terrestres envoyés à tous les établissements permettent une étude plus approfondie et plus sérieuse de la géographie.

Enfin, en dehors des jeux récréatifs en plein air, des promenades et des excursions, l'éducation physique de l'enfant est complétée par un enseignement gradué et très-suivi de la gymnastique.

L'hygiène des lycées et colléges, l'aération et l'assainissement des locaux, en même temps que le régime alimentaire, ont été une des préoccupations les plus sérieuses du Gouvernement pour toutes ses maisons d'instruction.

Des petits colléges ont été créés dans tous les lycées : Bordeaux, Lyon, Marseille, Montpellier ont, en dehors de la ville, à la campagne, des petits colléges séparés (les types du genre sont le collége libre de Sainte-Barbe-des-Champs et le lycée de Vanves, succursale du lycée Louis-le-Grand); beaucoup de lycées de moindre importance n'ont leur *petit collége* que sous forme d'un quartier spécial réservé aux jeunes enfants.

L'État a jugé depuis longtemps qu'il y avait souvent lieu de venir en aide aux familles méritantes, quand leurs ressources ne leur permettaient pas d'élever convenablement leurs enfants. Les moyens de gratuité dont il dispose sont les *bourses*, qui sont en même temps une sorte de subvention donnée aux établissements, les remises de frais de pension d'internes, les exonérations de frais d'études pour les enfants qui suivent les cours en qualité d'externes.

Les départements, les communes et même les particuliers entretiennent également des bourses dans les établisements publics.

D'après les dernières statistiques, le nombre des élèves qui reçoivent l'enseignement secondaire gratuit se répartit ainsi qu'il suit :

Boursiers de l'État dans les lycées.	1,690
— — dans les collèges.	317
Boursiers départementaux dans les lycées.	425
— — dans les collèges. . . . . , .	335
Boursiers communaux dans les lycées.	749
— — dans les collèges.	150
Boursiers par fondation particulière dans les lycées. . .	36
— — — dans les collèges.	118
Élèves externes exemptés des frais d'études dans les lycées.	7,512
Élèves externes exemptés des frais d'études dans les collèges.	3,282

Les établissements privés ont aussi adopté, suivant leurs ressources, des modes nombreux de gratuité.

Les progrès de l'enseignement dans les établissements de l'État sont constatés par les compositions hebdomadaires des élèves, les succès de fin d'années aux distributions des prix; puis d'une manière plus complète par le concours général des lycées et colléges de Paris et de Versailles comparé au concours général des départements

A la fin des études secondaires, l'enseignement est sanctionné par l'obtention des deux diplômes de bachelier (enseignement classique), du diplôme d'étude ou du brevet de capacité (enseignement spécial).

Ces titres universitaires conduisent les jeunes gens aux carrières de leur choix ou aux études plus approfondies que comporte l'enseignement supérieur.

ÉCOLES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES.

Les Écoles industrielles ou commerciales ressortissent plus particulièrement au Ministère de l'agriculture et du commerce, qui a dans ses attributions le Conservatoire et les Écoles d'arts et métiers, l'École nationale d'horlogerie de Cluses, les Écoles supérieures de commerce et l'enseignement technique, auquel préside, sous le titre de Conseil supérieur, une commission permanente appelée à donner son avis sur toutes les questions pouvant intéresser cet ordre d'instruction.

L'enseignement oral du *Conservatoire des arts et métiers* a pour objet exclusif les sciences appliquées à l'industrie; les cours publics et gratuits sont ouverts aux étrangers comme aux nationaux; ils réunissent en moyenne chaque année 160,000 auditeurs et constituent un enseignement libre analogue à ceux de la Sorbonne, du Collége de France et du Muséum d'histoire naturelle.

Les *Écoles d'arts et métiers* sont destinées à former des chefs d'atelier, et des ouvriers instruits, habiles, pour les industries où l'on travaille le bois et le fer. Il en existe trois, à Châlons-sur-Marne, à Angers et à Aix, qui renferment chacune 300 élèves internes admis par voie de concours à l'âge de quinze ans révolus et pas au delà de dix-sept ans. La durée des études est de trois années. L'enseignement théorique comprend l'arithmétique, la géométrie, l'algèbre élémentaire, la trigonométrie rectiligne, la géométrie descriptive, la mécanique, la physique et la chimie, le dessin, la géographie, la grammaire et la comptabilité. L'enseignement pratique (7 heures de travail manuel par jour) se donne dans quatre ateliers : menuiserie et modèles, fonderie, forge, ajustage. Des diplômes et des médailles d'agent constatent les aptitudes et servent de récompense à la fin des trois années.

L'*École nationale d'horlogerie de Cluses* (Haute-Savoie) a pour but de former des ouvriers pour les diverses parties de la fabrication de la montre et de procurer l'instruction nécessaire à ceux qui se destinent à devenir rhabilleurs, visiteurs ou fabricants d'horlogerie. Elle reçoit 80 externes environ de quatorze à vingt ans, placés par leurs parents chez des correspondants domiciliés dans la commune de Cluses, après des examens constatant qu'ils possèdent un degré suffisant d'instruction primaire. L'enseignement, à la fois théorique et pratique, dure deux années; il est gratuit. Des certificats d'aptitude sont délivrés aux élèves qui en sont jugés dignes à la fin de leurs cours.

Des *Écoles supérieures de commerce* existent à Paris, Lyon, Marseille, Lille, Bordeaux, Rouen et le Havre. Celle de Paris est administrée par la Chambre de commerce; les autres sont seulement subventionnées ou patronnées par ces institutions et elles ont été créées par des associations en nom collectif, composées de notabilités commerciales et industrielles des diverses régions. L'enseignement se divise le plus généralement en trois années d'études, et il comprend plusieurs *comptoirs*. Le but est de développer toutes les connaissances utiles aux commerçants et chefs de maison. Les règles et usages, le droit, la physique et la chimie, l'étude des matières premières, les langues étrangères, le calcul, la comptabilité, le dessin, l'étude des marchandises, le chargement, l'armement, les assurances constituent des programmes dont la rédaction et la

transformation sont laissées à la liberté complète des conseils d'administration, absolument affranchis de toute attache universitaire ou ministérielle. Le Ministère du commerce se borne à encourager ces manifestations des initiatives locales par des bourses accordées au concours sur un crédit annuellement voté avec cette affectation par les Chambres. Des diplômes de capacité décernés à la suite d'examens et des voyages à l'étranger, avec itinéraires tracés par les Chambres de commerce ou les conseils d'administration, complètent quelques-unes de ces organisations qui tendent à se développer en France.

La plupart des centres industriels et manufacturiers ont créé pour *l'enseignement technique* des institutions propres à former la transition entre les écoles primaires et l'atelier en élevant le niveau des connaissances pratiques des ouvriers des deux sexes par des notions mécaniques ou scientifiques. Ces institutions, dans leurs formes et manifestations diverses, présentent des organisations auxquelles se dévouent des sociétés industrielles, des commissions locales et que soutiennent les départements, les villes, les dotations particulières. Le dessin technique, industriel ou artistique, forme la base de ces enseignements; les collections précieuses que le Conservatoire des arts et métiers s'attache à rechercher et à faire reproduire permettent de les doter de modèles choisis avec discernement. Des concours annuels, des expositions locales et enfin l'organisation puissante de l'Union centrale des beaux-arts appliqués à l'industrie développent et multiplient de jour en jour ces fondations qui sont appelées à rendre les plus grands services.

III. — Organisation, méthodes et matériel de l'enseignement supérieur.

L'enseignement supérieur est donné dans notre pays par deux sortes d'établissements : les Facultés de l'État, auxquelles il faut adjoindre les grands établissements scientifiques, tels que le Collége de France, le Muséum, l'École polytechnique, les Écoles des mines et des ponts et chaussées, l'École normale, l'École des hautes études, etc., les Universités et les Facultés libres, dont la création a été autorisée par la loi du 12 juillet 1875 sur la liberté de l'enseignement supérieur.

L'*enseignement de* l'*État* a été constitué par le décret du 17 mars 1808, qui fit rentrer dans l'organisation générale les Écoles de médecine et de droit créées par la loi du 19 ventôse an XI et du 22 ventôte an XII.

Il y a cinq ordres de Facultés: la théologie, le droit, la médecine, les sciences et les lettres. Ces Facultés confèrent les grades de bachelier, licencié et docteur aux étudiants qui ont suivi le cours régulier des études, dont la durée est constatée par des inscriptions trimestrielles. Les droits d'inscriptions et d'examens sont perçus pour le compte de l'État qui inscrit à son budget les dépenses des établissements d'enseignement supérieur. Les Facultés française n'ont donc pas, comme les Universités étrangères, une dotation qui leur soit propre, et, lorsqu'elles se trouvent groupées dans une même ville, elles ne constituent pas une corporation soumise à une direction et à une règle communes; chacune d'elles a une existence autonome, sous la surveillance et la tutelle de l'État.

Indépendamment des étudiants inscrits qui, seuls, ont le droit de postuler les grades, un grand nombre d'auditeurs libres suivent les cours des Facultés. Celles-ci répondent donc à un double besoin : elles préparent aux grades, suscitent les vocations des élèves et dirigent leurs recherches scientifiques, et, par là, leur enseignement a un caractère professionnel; elles ont en même temps

pour mission de vulgariser les résultats généraux et incontestés de la science et d'élever ainsi le niveau intellectuel de la nation.

L'enseignement est donné par des *professeurs titulaires* nommés par le Chef de l'État, par des *agrégés* désignés par la voie du concours et dont la mission consiste à suppléer les professeurs et à compléter leur enseignement; par des *maîtres de conférences* chargés, sous l'autorité des professeurs, de diriger les travaux des élèves et de les préparer aux grades. Ajoutons enfin que 300 bourses ont été récemment créées dans les Facultés en vue de rendre les hautes études plus facilement accessibles.

THÉOLOGIE CATHOLIQUE.

Il existe cinq Facultés : à Paris, Aix, Bordeaux, Lyon et Rouen. L'enseignement comprend le dogme, la morale, l'écriture sainte, l'histoire ecclésiastique, l'hébreu, l'éloquence sacrée et le droit ecclésiastique.

Ces Facultés ont reçu, en 1876, 7 bacheliers, 4 licenciés et 3 docteurs.

THÉOLOGIE PROTESTANTE.

Il existe deux Facultés : une Faculté pour l'Église réformée, établie à Montauban ; une Faculté mixte (luthérienne et réformée) créée à Paris en 1877, en remplacement de l'ancienne Faculté de Strasbourg.

La Faculté de Montauban comprend des chaires de dogme, de morale et d'éloquence sacrée, d'hébreu, d'histoire ecclésiastique, d'exégèse et de critique sacrée, de philosophie, de haute latinité et de grec. Elle a reçu, en 1876, 8 bacheliers, 1 licencié et 2 docteurs.

La Faculté de Paris est encore en voie d'organisation.

DROIT.

Les Facultés de droit sont au nombre de douze : à Paris, Aix, Bordeaux, Caen, Dijon, Douai, Grenoble, Lyon, Poitiers, Nançy, Rennes et Toulouse.

Chacune d'elles comprend deux chaires de droit romain, trois chaires de Code civil, une chaire de procédure civile, de droit criminel, de droit commercial, de droit administratif, d'économie politique. Des cours complémentaires de Pandectes, de législation industrielle, de législation comparée, d'histoire du droit, viennent élargir le cadre normal de l'enseignement. Dans quelques Facultés plus importantes, il existe des chaires de droit coutumier et féodal, de droit des gens, d'histoire du droit, de droit maritime. Le personnel enseignant varie de 10 à 20 professeurs ou agrégés.

Les Facultés de droit ont reçu, en 1877, 1,244 bacheliers 1,043 licenciés et 160 docteurs.

MÉDECINE.

Il existe quatre Facultés : Paris , Nancy, Lille, Lyon, qui comprennent des chaires de physique médicale, de chimie médicale et de pharmacie, d'anatomie, de physiologie, de pathologie externe, de pathologie interne, de pathologie et de thérapeutique générales, d'opérations et appareils, de clinique externe, de clinique interne, d'accouchements et maladies des femmes, de thérapeutique en matière médicale, de botanique et histoire naturelle, d'hygiène, de médecine

légale et toxicologie, d'anatomie pathologique et histologie, d'histoire de la médecine et de la chirurgie, d'aliénation mentale; il y a 30 chaires à Paris, 18 à Montpellier, 17 à Nancy, 21 à Lille, 26 à Lyon.

Des agrégés et des médecins des hôpitaux sont en outre chargés de cours et de cliniques complémentaires sur les maladies des enfants, les maladies syphilitiques, l'ophthalmologie, etc.

Cet enseignement théorique est complété par l'instruction pratique donnée aux élèves dans les hôpitaux, où un stage de trois années leur est imposé; à l'École pratique, où ils se livrent aux travaux de dissection; dans les laboratoires annexés aux différentes chaires et dirigés par les professeurs, assistés de préparateurs, de prosecteurs, d'aides d'anatomie habituellement choisis à la suite d'un concours.

Les Facultés de médecine ne confèrent que deux grades : le doctorat en médecine, qui donne le droit d'exercer dans toute l'étendue du territoire; le titre d'officier de santé, qui ne permet d'exercer que dans un seul département. Elles ont reçu, en 1877, 705 docteurs en médecine et 125 officiers de santé.

PHARMACIE.

L'enseignement est donné par trois Écoles supérieures à Paris, Montpellier, et Nancy : il comprend la pharmacie, la chimie organique, la toxicologie, la physique appliquée, l'histoire naturelle, la botanique. L'École supérieure de Paris compte 9 chaires : il y en a 5 dans chacune des Écoles de Montpellier et de Nancy.

Les Écoles supérieures ont reçu, en 1877, 97 pharmaciens de 1re classe et 352 pharmaciens de 2e classe. Les pharmaciens de 1re classe exercent leur profession sur tout le territoire; les pharmaciens de 2e classe sont reçus pour un département qu'ils choisissent au moment de l'examen.

L'enseignement médical et pharmaceutique est encore distribué dans des *Écoles de plein exercice* et dans des *Écoles préparatoires* de médecine et de pharmarcie. Ces établissements d'ordre secondaire sont au nombre de 20; ils confèrent les grades d'officier de santé et de pharmacien de 2e classe, en constituant dans leur sein des jurys présidés par un professeur de Faculté ou d'École supérieure de pharmacie. Les candidats au doctorat peuvent faire trois années d'études dans une École préparatoire et quatre années dans une École de plein exercice; ils sont tenus de subir leurs examens définitifs devant une Faculté.

LETTRES.

Les Facultés des lettres sont au nombre de 15. Leur enseignement comprend : les littératures anciennes, françaises et étrangères, l'éloquence, la philosophie, l'histoire et la géographie, l'archéologie; le nombre des chaires varie de 5 à 13. Ces cours sont ouverts aux élèves régulièrement inscrits à la Faculté et aux auditeurs libres, dont le nombre total varie de 50 à 300, suivant les localités et la nature de l'enseignement. Des conférences, spécialement réservées aux étudiants, sont consacrées à l'étude de la philologie, de la grammaire comparée, à l'analyse et l'explication des auteurs; des professeurs titulaires et des maîtres de conférences sont chargés de cet enseignement purement scientifique et professionnel. Ils président aux travaux intérieurs qui préparent aux grades.

Les Facultés des lettres ont reçu, en 1877, 3,382 bacheliers, 150 licenciés, 24 docteurs.

Il convient de remarquer que ni les Facultés des lettres ni les Facultés des sciences ne préparent au baccalauréat; ce grade forme la sanction des études de l'enseignement secondaire; les Facultés constituent, à cet égard, un jury supérieur chargé de contrôler les résultats de cet enseignement.

SCIENCES.

Il y a quinze Facultés des sciences : à Paris, Besançon, Clermont, Poitiers, Caen, Dijon, Lille, Nancy, Lyon, Grenoble, Marseille, Rennes, Montpellier, Bordeaux et Toulouse. L'enseignement comprend les mathématiques, la mécanique, l'astronomie, la zoologie, la botanique, la géologie, la minéralogie, la physique, la chimie, etc. Le nombre des professeurs varie dans chaque Faculté de 6 à 19. Des maîtres de conférences sont en outre chargés de cours complémentaires et de la préparation aux grades.

Les Facultés des sciences ont reçu, en 1877, 2,649 bacheliers, 150 licenciés, 17 docteurs.

Ce tableau de l'enseignement de l'État ne serait pas complet si nous n'y ajoutions les grands établissements scientifiques de Paris : le *Collége de France*, dont l'enseignement comprend 37 chaires et embrasse l'ensemble des connaissances humaines; le *Muséum d'histoire naturelle*, où 17 chaires sont consacrées à l'étude des sciences naturelles; l'école des langues orientales vivantes, l'École des chartes qui compte 7 chaires consacrées aux sciences historiques: l'École des hautes études, créée en 1868, et divisée en quatre sections : 1° mathématiques; 2° physique et chimie; 3° histoire naturelle et physiologie; 4° sciences historiques et philologiques. Des laboratoires d'enseignement et de recherches sont ouverts aux élèves de cette École qui se livrent, sous la direction des professeurs, à des travaux personnels,

Nous devons ajouter à cette énumération de nos grands établissements : l'École normale supérieure, les Écoles françaises d'Athènes et de Rome qui sont exclusivement destinées au recrutement du haut personnel enseignant des lycées et des Facultés; l'École polytechnique et les Écoles d'application des mines, des ponts et chaussées, de l'artillerie et du génie, etc.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR LIBRE.

C'est la loi du 12 juillet 1875 qui a autorisé la constitution de cet enseignement encore en voie de formation et dont l'organisation est modelée sur celle des établissements de l'État. La loi distingue les *Facultés* et les *Universités libres*.

Les Facultés libres sont les établissements qui comprennent autant de professeurs pourvus du grade de docteur qu'il y a de chaires dans les Facultés de l'État qui en comptent le moins.

Les Facultés libres sont soumises aux mêmes règles que les Facultés de l'État en ce qui concerne le nombre des inscriptions, la durée des études et les conditions de scolarité; elles ne peuvent conférer de grades à leurs élèves qui doivent subir les examens devant les Facultés de l'État.

L'Université libre est la réunion de trois Facultés; les élèves de ces Universités postulent les différents grades devant un jury spécial composé de professeurs des Facultés de l'État et des Facultés libres. La présidence du jury appartient de droit à un professeur de l'État.

Il existe quatre Universités libres : à Paris, Lille, Lyon et Toulouse. Chacune de ces Universités comprend une Faculté de droit, une Faculté des sciences et

une Faculté des lettres ; à Lille, il existe en outre une Faculté de médecine. Ajoutons qu'une Faculté de droit et une Faculté des sciences ont été fondées à Angers.

Les jurys spéciaux ont reçu, en 1877, 52 bacheliers en droit, 9 licenciés en droit et 1 licencié ès-lettres.

En dehors des Facultés et des Universités libres proprement dites, l'initiative privée a fondé un certain nombre d'établissements d'enseignement supérieur d'un caractère tout spécial. Le type de ces établissements, qui n'ont pas d'analogues dans l'enseignement de l'État, est l'École libre des sciences politiques, récemment fondée à Paris.

CHAUFFAGE & VENTILATION

DES ÉDIFICES PRIVÉS ET PUBLICS

Par M. A. WAZON, ingénieur civil

DEUXIÈME PARTIE

CHAUFFAGE

DEUXIÈME PARTIE (1). — *Sommaire :* Origine du chauffage. — Nécessité du chauffage. — Pertes de chaleur, moyens de les diminuer. — Calcul des pertes.— Formules de Péclet, murailles, vitrages. — Ventilation. — Application des formules, — Chauffage direct. — Braseros. — Chauffage direct au gaz. — Cheminées. — Poêles. — Calorifères à air chaud. — Calorifères à eau chaude, à haute et basse pression. — Calorifères à vapeur. — Calorifères à vapeur et circulation d'eau.

PRINCIPES, APPAREILS ET SYSTÈMES

Origine du chauffage. — L'origine du chauffage, de même que celle du feu, se perd dans la nuit des temps préhistoriques. Dès l'époque miocène nous trouvons l'homme en possession du feu, puisqu'on rencontre des débris de foyers, charbons, cendres et ossements, dans les sables de cette époque reculée.

Le mystère qui couvre l'origine du feu dans l'humanité laisse cependant place à de nombreuses légendes (2), ayant presque toutes pour origine commune, un mythe vêdique, qui nous représente le dieu *Agni*, ou le feu céleste (en latin *Ignis*) comme blotti dans une cachette d'où *Matarichvan* le force à sortir pour le communiquer au premier homme *Manou*. La fable de *Prométhée*, qui va le chercher dans l'olympe même, n'est rien autre chose que ce mythe indien.

Le nom de Prométhée a une origine toute vêdique, et rappelle le procédé employé par les anciens Brahmines pour obtenir le feu sacré. Ils se servaient, dans ce but, d'un bâton qu'ils appelaient *matha* ou *pramatha*, le préfixe *pra* ajoutant l'idée de ravir *avec force* à l'idée contenue dans la racine *matha* du verbe mathnâmi, qui signifie produire dehors au moyen de la friction. Prométhée est donc celui qui découvre le feu, le fait sortir de sa cachette, le ravit et le communique aux hommes. De *Pramathâ*, celui qui creuse en frottant, qui dérobe le feu; la transition est facile et naturelle, et il n'y a qu'un pas à franchir pour arriver du Pramathâ indien au Prométhée des grecs qui déroba le feu du ciel pour allumer l'étincelle de l'âme dans l'homme formé d'argile. Cette découverte fut pour les hommes la source de toute la civilisation. Avec

---

(1) Pour la première partie. Voir p. 1 à 27.
(2) Dr N. Joly. Revue scientifique, 1873.

lui sont nés tous les arts, toutes les industries; le foyer domestique devient même le symbole de la famille, qui se réunit désormais autour de sa vivante flamme. La découverte du feu est donc certainement la plus importante de toutes; et si par la pensée nous en supprimons toutes les applications, nous détruisons presque tous les éléments matériels de notre civilisation. Aussi conçoit-on sans peine que le feu aitété et soit encore, chez un grand nombre de peuples, l'objet d'un culte particulier (Prêtres de Baal, Guèbres, Brahmines de l'Inde. Vestales à Rome, Prêtresses du soleil au Pérou, etc.)

Cette profonde admiration de la puissance du soleil, ne doit pas nous étonner; elle semble indiquer, de la part de nos ancêtres, une sorte d'intuition mystérieuse des vérités admirables révélées par la science moderne au sujet de la puissance et de l'énergie solaire.

Nous savons d'abord que la terre n'est qu'une des humbles planètes qui gravitent autour de ce centre de force.

La puissance thermique du soleil se constate d'ailleurs facilement dans le phénomène de l'évaporation de l'eau, source de toutes les rivières, de tous les fleuves, dont la force vive est utilisée par les moteurs hydrauliques et par la navigation fluviale.

Les mouvements de l'air sont également causés par la chaleur solaire et la rotation terrestre, et la force vive de l'air, que nous utilisons par les moteurs à vent et les voiles du navire, est encore une force produite par le soleil.

La puissance chimique du soleil est indispensable a la réduction de l'acide carbonique et de l'eau par les végétaux, qui fixent la carbone et l'hydrogène. Donc sans soleil point de végétaux, point de combustibles, point de chaleur de combustion et point de force motrice pour nos moteurs thermiques, donc sans soleil point de force. D'un autre côté l'homme ne peut s'alimenter qu'avec des végétaux ou des animaux en ayant consommé, donc sans le soleil point d'alimentation pour l'homme et l'animal, et absence complète de vie et de mouvement sur notre globe.

L'homme est donc bien le fils du soleil, et il ne saurait exister sans lui, la science moderne le prouve clairement.

Il est curieux de comparer ce résultat capital de la synthèse scientifique moderne, avec la mystérieuse intuition de nos ancêtres.

Peut-être faut-il voir dans cette intuition sublime, comme une sorte de tradition confuse et a demi effacée, dernière trace légendaire d'une science antérieure déjà fort avancée, dont le souvenir complet n'existait plus, mais dont le principe supérieur et synthétique avait survécu, grâce au persistant éclat de son brillant symbole.

Nécessité du chauffage. — La température normale du corps de l'homme en santé est d'environ 37° en moyenne. Elle se maintient à ce même point sous tous les climats chauds et froids, grâce à l'action du système nerveux qui agissant sur les nerfs vaso-moteurs augmente ou ralentit la production de chaleur interne. Production de chaleur due comme on le sait depuis les admirables recherches de Lavoisier, à une oxydation ou combustion lente du carbone, de l'hydrogène et des matières complexes contenues dans le sang et les tissus.

Ainsi, pour maintenir notre corps à une température constante sous des climats fort différents et par des températures qui peuvent varier de plus de 100°, il est nécessaire de faire varier l'activité des combustions internes en proportion de la chaleur à fournir pour faire équilibre aux pertes dues au rayonnement du corps, et au contact de l'air plus ou moins froid et plus ou moins agité.

Mais la source où nous puisons le carbone et l'hydrogène nécessaires a l'entretien de notre chaleur interne n'est autre que l'alimentation, et on conçoit que

si les combutions internes augmentent par l'action du froid extérieur, il nous faudra nécessairement augmenter la quantité d'aliments ingérés, dans une même proportion. Il en résultera d'abord une respiration plus active, car il faudra plus d'oxygène pour oxyder les corps combustibles qui seront plus abondants, et il faudra en même temps que la respiration nous débarasse de l'excès d'acide carbonique et de vapeur d'eau produits. Cette plus grande activité respiratoire nous expose à une plus grande fatigue des organes de la respiration, et elle peut devenir la source d'affections funestes. D'un autre côté la somme d'aliments ingérés fatiguera tous les organes de la digestion et de l'alimentation et les prédisposera également à certaines affections. Enfin, la masse d'aliments étant augmentée, il y aura une plus grande dépense à faire pour l'achat des substances alimentaires. Toutes ces conséquences fâcheuses de la diminution de température sont basées sur des expériences précises. La première appartient à Lavoisier, qui put constater qu'un homme au repos et à jeun, par une température de + 15°, consomme 26 litres 66 d'oxygène; tandis que le même homme n'en consomme plus que 24 litres, par une température de + 32°.

Barral, à également prouvé qu'un homme, par une températuie extérieure de de 0, brûle 14 grammes de carbone par heure, et que le même homme n'en brûle plus que 10 grammes par une température de + 20°. Ces différences déjà notables deviennent considérables quand on étudie l'influence des températures très-froides. Les esquimaux de l'île Melville, par exemple, supportent pendant l'hiver un froid qui descend jusqu'à — 46° soit une différence de + 37 à — 46 = 83°. Les pertes par rayonnement et par contact de l'air froid doivent être énormes, malgré l'abri de leurs épais vêtements fourrés, aussi ces peuples de l'extrême Nord arrivent-ils à consommer jusqu'à 12 livres de viandes grasses, dans leurs journées de chasse où ils sont soumis à l'influence du froid extérieur, (Hayes). Il en est de même des chasseurs du haut Canada où le froid est également fort rigoureux.

On pourrait supposer qu'il existe pour ces habitants du Nord, des habitudes de gloutonnerie non justifiées par un réel besoin de calorification. Mais les expéditions d'exploration du pôle Nord nous ont appris que les marins européens et américains, les plus sobres, sont forcés d'adopter peu a peu ces rations alimentaires à mesure qu'ils avancent vers le Nord et en proportion du froid extérieur. Hayes dit en effet (1): plus nous nous accoutumions au régine des esquimaux, plus nous devenions capables de supporter avec facilité les basses températures. Nous étions insatiables de nourriture animale et surtout de graisses qui, dans nos latitudes, nous semblent si dégoutantes. L'huile de baleine gelée, elle-même, me paraissait un mets agréable. »

Cette alimentation à doses si élevées est donc de toute nécessité, et elle s'impose on le voit à tous les hommes qui sont exposés à des froids excessifs.

Ainsi, il est parfaitement démontré par la science et l'expérience pratique, que le froid nous oblige à consommer une plus grande quantité d'aliments, et à respirer plus activement afin de faire équilibre aux pertes de chaleur causées par le rayonnement de notre corps et par le contact plus ou moins direct de l'air froid.

Pour éviter à la fois les inconvénients de fatigue de nos organes et de plus grandes dépenses en substances alimentaires, il suffira donc d'augmenter artificiellement la température de l'air qui nous enveloppe; tel est le but principal du chauffage des habitations. On conçoit facilement qu'il est toujours moins

(1) Fonssagrives, *Hygiène navale*, p. 564, 2e édition.

coûteux, plus agréable et plus hygiénique, de réchauffer l air qui nous enveloppe dans nos habitations, au moyen de combustibles à bon marché, que d'être obligé de consommer une grande quantité d'aliments, plus coûteux, fatiguant par leur masse les organes digestifs et forçant les organes respiratoires à produire un travail excessif.

Ce régime alimentaire exagéré ne saurait d'aîlleurs être pratiqué par tout le monde, et il est clair que l'enfant, le malade et le viellard n'y pourraient être soumis.

On voit donc enfin que le chauffage artificiel de nos habitations est une nécessité de premier ordre, forcément imposée par les principes économiques, et plus impérieusement encore par les préceptes de l'hygiène.

Pertes de chaleur. Moyens de les diminuer. — Chauffer un édifice à une température donnée, c'est lui fournir une quantité de chaleur suffisante pour égaler la somme des pertes de chaleur causées: 1° par le rayonnement et la conductibilité de ses parois extérieures, murs, vitrages, toitures, etc.; 2° par la chaleur contenue dans le volume d'air nécessaire à la ventilation de cet édifice ; volume d'air qui est toujours extrait à une température au moins égale a celle qu'on veut maintenir à l'intérieur. La perte de chaleur causée par la ventilation de l'édifice étant proportionelle au volume d'air extrait, on voit de suite qu'il est nécessaire de réduire la ventilation au volume rigoureusement nécessaire à la salubrité.

Les pertes de chaleur causées par le rayonnement et la conductibilité des murs extérieurs sont proportionnelles à l'étendue superficielle de ces murs, d'où la nécessité, pour les pays très-froids, de réduire cette surface à un minimum, en évitant les constructions allongées et applaties en plan ou en hauteur; il faut évîter aussi les angles rentrants et les contours et enhachements à ressauts, l'idéal serait, en plan, la forme circulaire qui offre le moins de contour extérieur pour une surface donnée. Mais cette forme n'étant pas souvent convenable sous d'autres points de vue, il faut simplement chercher à s'en rapprocher le plus qu'il sera possible, pour les habitations exposées à des froids excessifs. La quantité de chaleur perdue par les murs étant inversement proportionnelle à leur épaisseur, il faut, pour la réduire à un minima convenable, augmenter cette épaisseur autant qu'il se pourra. Il faut également employer à la construction de ces murs, des matériaux ayant un faible pouvoir conducteur pour la chaleur, c'est-à-dire des matériaux opposant par leur structure interne une résistance maxima aux vibrations calorifiques; car on sait, depuis les mémorables expériences de Rumford, que la chaleur n'est qu'une forme particulière de la force, et qu'elle se propage par une suite de vibrations de forme spéciale, qui, pour cette raison, sont nommées vibrations calorifiques.

Il faudrait donc employer pour la construction des murs extérieurs, les matières les plus difficiles à faire vibrer sous l'influence de la chaleur.

Mais en consultant les traités de physique on constate que les matières qui arrêtent le plus efficacement les vibrations calorifiques, sont tout a fait impropres, pour d'autres causes, à constituer des murailles résistantes. En effet, les matières les moins vibrantes sont d'abord les matières filamenteuses : Molleton de laine, Edredon, Papier, coton, etc., dont le pouvoir conducteur C. varie de 0,024 à 0,05 et qui ne peuvent être employées pour garantir du froid que sous la forme de vêtements, tentures. rideaux ou tapis.

A la suite des matières filamenteuses viennent les matières pulvérulentes: sables, C, = 0,27; brique en poudre, C = 0,139; craie en poudre, C = 0,086; cendres de bois, C = 0,066; coke pulvérisé, C = 0,16; charbon de bois en poudre, C = 0,079.

Toutes ces matières ne peuvent évidemment constituer des murailles solides. Mais il est cependant possible, dans certaines constructions, d'utiliser les faibles pouvoirs vibratoires des matières pulvérulentes, en les employant comme garnissages de cavités ménagées dans les murailles de pierre, ou de briques. Pour éclaircir cette question nous empruntons à Péclet, le tableau ci-dessous qui donne les pouvoirs de conduction des vibrations calorifiques pour les matériaux ordinaires.

POUVOIRS DE CONDUCTION C DES VIBRATIONS CALORIFIQUES :

Cuivre	C = 64,	Terre cuite	C = 0,65
Fer	C = 29,	Sapin suivant les fibres.	C = 0,17
Zinc	C = 28,	— perpendiculaire —	C = 0,093
Étain	C = 22,	Chêne —	C = 0,21
Plomb	C = 14,	Noyer —	C = 0,10
Charbon de cornue	C = 4,94	Noyer suivant, fibres	C = 0,17
Marbre grain fin	C = 3,48	Liége	C = 0,145
— gros grain	C = 2,78	Caoutchouc	C = 0,17
Pierre calcaire grain fin	C = 2,08	Gutta-percha	C = 0,172
— moyenne —	C = 1,7	Verre lourd	C = 0,88
— gros grain	C = 1,32	— léger	C = 0,75
Plâtre fin, gaché	C = 0,52	Air stagnant	C = 0,04
— ordinaire —	C = 0,33		

En étudiant ce tableau on s'assure aisément que pour empêcher la conduction et les pertes de chaleur, il est surtout nécessaire d'employer des matériaux peu vibrants et peu conducteurs du son, car les vibrations calorifiques pour être spéciales à la chaleur n'en ont pas moins un rapport très-étroit avec les autres modes vibratoires: vibrations sonores, lumineuses, électriques; toutes ces vibrations spéciales ne sont au fond que du mouvement, sous une forme plus ou moins rapide et plus ou moins étendue; il ne faut donc pas s'étonner qu'un morceau de cuivre, par exemple, vibre à la fois très-facilement sous l'influence du son, de la chaleur et de l'électricité, et qu'un morceau de verre dont la constitution molèculaire et la densité sont différentes du cuivre, vibre au contraire très-difficilement sous les mêmes influences, aussi emploie-t-on le verre pour isoler les pianos, pour les poignées de portes de four et pour former des bagues isolantes aux conducteurs des paratonnerres. C'est là un exemple frappant de l'harmonie vibratoire qui lie certainement entre-elles toutes les formes différentes, en apparence, des forces naturelles. Il faut donc, pour empêcher la propagation des ondes vibratoires, employer des matériaux difficiles à mettre eux-mêmes en vibration, c'est-à-dire légers, poreux suffisamment épais, et à fibres courtes ou rompues.

On constate en effet que les vibrations calorifiques se transmettent dans les bois beaucoup plus facilement dans le sens de la longueur des fibres, que dans le sens perpendiculaire. Il est donc préférable d'employer les bois dans ce dernier sens.

Nous avons mentionné comme cause spéciale de perte de chaleur celle qu'il faut attribuer aux surfaces vitrées, fenêtres et vitrages. Elle est en effet presque toujours fort élevée malgré le faible pouvoir vibratoire du verre. Il faut donc surtout en trouver la cause principale dans le peu d'épaisseur des vitres. On parvient à réduire cette perte en employant des glaces épaisses, où, mieux, des doubles vitrages laissant entre eux une couche d'air stagnant dont le pouvoir conducteur est faible.

Calcul des pertes de chaleur. — La quantité Q de chaleur émise par les murs et vitrages maintenus à une température constante, dépend du rayonnement R, et du contact de l'air A; on a donc $Q = R + A$: La quantité de chaleur par rayonnement par mètre carré et par heure (l'heure est prise pour unité de temps dans tous ces calculs) est indépendante de la forme et de la grandeur du corps, pourvu que la surface n'offre pas de parties rentrantes, elle ne dépend que de la nature de la surface et de l'excès de sa température sur la température extérieure.

Valeurs de R pour différentes matières:

Cuivre rouge	= 0,16	Charbon en poudre	= 3,42
Zinc	= 0,24	Sable fin	= 3,62
Laiton poli	= 0,25	Peinture à l'huile	= 3,71
Étain	= 0,21	Papier peint	= 3,77
Tôle polie	= 0,45	Noir de fumée	= 4,01
— plombée	= 0,65	Pierre calcaire	= 3,60
— ordinaire	= 2,77	Plâtre	= 3,60
— oxydée	= 3,36	Brique	= 3,60
Fonte neuve	= 3,17	Bois	= 3.60
— oxydée	= 3,36	Etoffes de laine	= 3,68
Verre	= 2,91	Eau	= 5,31
Craie en poudre	= 3,32		

Valeurs de A, perte par le contact de l'air: La perte de chaleur provenant du contact de l'air est indépendante de la nature de la surface des murailles ou parois, elle ne dépend que de l'excès de la température des parois sur celle de l'air extérieur, de la forme et des dimensions des parois extérieures et de la vitesse du vent; cette valeur A peut varier entre les nombres $A_1 = 3$ et $A_2 = 6$, c'est cette dernière valeur que nous emploierons.

Formules de Péclet. Murailles. — Après des recherches nombreuses, le professeur Péclet, est arrivé à la formule suivante pour la valeur M des pertes de chaleur, en calories, par mètre carré de murailles et par heure:

$$M = \frac{CQ \times T}{2C + Qe}$$

la lettre C désigne le pouvoir de conduction des matériaux du mur; la lettre Q est égale à la valeur de $R + A$; la lettre T désigne l'excès de température intérieure du local sur la température extérieure, et enfin la lettre e l'épaisseur du mur en mètres.

Vitrages. — Pour trouver les quantités de chaleur perdues par M^2 et par heure par les vitrages, on peut aussi se baser sur les chiffres suivants dûs également à Péclet, qui les a obtenus par des expériences directes:

Une seule vitre	$M = 4 \times T$,
Une vitre recouverte de mousseline	$M = 3 \times T$,
Deux vitres en contact	$M = 2,5 \times T$,
— à une distance de $0^m,02$	$M = 1,7 \times T$,
— à — de $0^m,04$	$M = 1,7 \times T$,
— à — de $0^m,05$	$M = 2,0 \times T$,

Pertes par la ventilation. — La perte par l'air extrait pour la ventilation est évidemment égale au poids moyen $1^k,3$ de cet air multiplié par sa chaleur

spécifique $= 0^{cal},237$, par le nombre de mètres cubes extraits, et par T: on a donc en général $V = 1^k,3 \times 0^{cal},237 \times M^3 \times T$.

Application des formules. — A l'aide de ces trois formules, fort simples et suffisamment exactes en pratique, il est facile de calculer rapidement les pertes de chaleur de toutes les parois extérieures des édifices et celle causée par la ventilation; ainsi qu'on peut s'en assurer par le cas suivant:

Prenons pour exemple la recherche des pertes qui peuvent se produire dans une salle d'hôpital, type Lariboisière, de Paris. La température intérieure devant être maintenue à $+ 15^o$, et la température extérieure pouvant s'abaisser la nuit à $- 15^o$, la différence totale pourra s'élever à $+ 30^o$. Le nombre de lits étant de 32, à 60 M³ d'air par heure et par lit les pertes de ventilation donnent: $Q = 30^o \times 1^k,3 \times 0^{cal},237 \times 60\ M^3 \times 32^l = 17730$ calories par heure. La longueur d'une salle $= 38^m,6$, largeur $= 9^m$, hauteur $= 5^m,2$; nous obtenons pour surfaces des parois verticales 495 M² environ. Les fenêtres ont hauteur 3^m larg. 1,5, surfaces pour $16 = 72$M vitres; il vient pour surface de murailles: 423 M². Les vitres étant simples nous aurons $FM = 4 \times 30^o \times 72$. Les pertes F par vitres donneront donc par heure $F = 8640$. La formule de Péclet pour les murailles donne:

$$M = \frac{CQ \times 30^o}{2C + Qe}.$$

Le tableau C nous donne pour conductibilité calorifique de la pierre calcaire une moyenne $= C = 1,7$, l'épaisseur de ces murs $= 0^m,8$; on sait que $Q = R + A$; $A = 6$ au maximum; le tableau R nous donne pour valeur du rayonnement de la pierre calcaire $R = 3,6$; il vient donc $Q = 6 + 3,6 = 9,6$. Remplaçant dans la formule les lettres par leurs valeurs il vient:

$$M = \frac{1,7 \times 9,6 \times 30^o}{2 \times 1,7 + 9,6 \times 0,8} = \frac{489}{11} = 44^{cal},5 = M.$$

la perte par M² de murailles en pierre calcaire de $0^m,8$ épaisseur pour une différence de 30° est donc égale a $44^{cal},5$ par heure; pour la surface totale des murs de notre salle on trouve $423\ M^2 \times 44^{cal},5 = 20,823$ calories perdues par heure.

En récapitulant toutes ces pertes spéciales nous trouvons:

Pertes par ventilation . . . . . . =	$V = 17730$	calories par heure.
Pertes par les vitres des fenêtres =	$F = 8640$	— —
Pertes par les murs de $0^m,8$ . . =	$M = 20823$	— —
Et pour pertes totales	$P = 47193$	calories par heure.

Nous n'avons pas compris dans ces calculs les pertes par le plafond, dont l'épaisseur nous est inconnue, mais il serait facile d'en tenir compte par le calcul, l'épaisseur étant donnée. Cette perte ainsi que celle produite par le sol est généralement peu élevée et on peut souvent la négliger à cause du faible pouvoir conducteur des planchers.

On voit par cet exemple suffisamment complexe, qu'il est facile de se rendre compte des pertes de chaleur qui peuvent se produire dans des édifices quelconques. Nous croyons donc qu'on devrait renoncer a évaluer ces pertes en bloc comme on le fait d'ordinaire, en se basant sur le volume total ou cube de l'édifice, ce n'est point en effet le volume qu'il faut considérer mais bien la surface totale des parois extérieures exposées au rayonnement d'une part, et au contact de l'air plus ou moins agité d'autre part.

Chauffage direct. Braseros. — Le procédé de chauffage le plus simple et le plus naturel consiste à placer les matières combustibles sur le sol en les disposant de manière à donner un accès facile à l'air comburant, et à permettre à la combustion de persister spontanément pendant un certain temps. Ce procédé de chauffage tout primitif, serait certainement le plus énergique, si on pouvait le pratiquer sans introduire dans les pièces habitées les gaz provenant des combinaisons effectuées pendant la combustion plus ou moins complète. Le feu placé sur le sol au milieu des pièces les échaufferait rapidement et avec économie, car toute la chaleur rayonnée par le foyer serait utilisée directement pour l'échauffement des murailles, et il en serait de même de la chaleur des gaz de la combustion. Mais les combinaisons formées dans les gaz par la combustion donnent malheureusement lieu à une production continue et abondante de gaz éminemment toxiques.

Il y a production d'acide carbonique, et nous savons que ce gaz est impropre à entretenir la respiration ou la combustion respiratoire, puisqu'il est lui-même un produit déjà brûlé et comburé. Mais ce gaz n'est pas celui qu'on doit le plus craindre ici; car on a en outre à se défendre, dans ce procédé de chauffage direct, contre les effets souvent funestes de l'action du gaz oxyde de carbone, le plus redoutable des gaz produits par la combustion, et qu'on rencontre toujours en quantité suffisante pour qu'il puisse devenir la cause des accidents les plus terribles.

Les expériences de Tourdes, de Strasbourg, en 1841, ont dévoilé pour la première fois la puissance éminemment toxique de ce gaz ; il a constaté qu'un lapin mis sous une cloche renfermant $^1/_{30}$ d'oxyde de carbone, tombait comme foudroyé, en deux minutes; un pigeon respirant un mélange à la dose de $^1/_{30}$ tombe en convulsions en une minute, et meurt au bout de trois minutes.

Ces faits qui mettent hors de doute l'action énergique de l'oxyde de carbone, ont été confirmés en 1842, par Félix Leblanc, à Paris; ce chimiste s'est assuré en effet qu'à la faible dose de 4 $^0/_0$ dans l'air, ce gaz fait périr, *instantanément* un moineau. Un $^1/_{100}$ mêlé à l'air détermine la mort d'un oiseau au bout de deux minutes. D'après Félix Leblanc il suffirait même de la très-faible dose de 1 millième seulement dans l'air pour causer la mort. Les travaux de Claude Bernard, ont fait connaître la cause de ces accidents rapidement funestes. Cet éminent physiologiste a démontré que l'oxyde de carbone chasse l'oxygène du sang, et prend sa place en se fixant sur les globules rouges. Les combustions internes devenant impossibles, il en résulte un arrêt des fonctions respiratoires et vitales, et le sujet succombe à l'asphyxie, par manque d'oxygène dans le sang. Le chauffage direct par un combustible versant les gaz de la combustion dans la pièce à chauffer est donc extrêmement dangereux et son usage doit être rigoureusement interdit dans toutes les parties des édifices, même dans les pièces ouvertes ; car il n'est pas nécessaire qu'une pièce soit hermétiquement close pour que la vapeur de charbon fasse ressentir ses funestes effets.

L'influence des courants d'air est démontrée par le fait suivant cité par le professeur Tardieu: Dans un restaurant d'une des barrières de Paris, une cuisine assez vaste était éclairée et aérée par une croisée *ouverte*. A l'extrémité opposée se trouvait une porte fermée. Les cuisiniers et leurs aides étaient occupés près des fourneaux. La porte s'ouvre, et l'on voit six personnes tomber les unes après les autres, asphyxiées par le courant de gaz toxiques qui faisait retour sur eux.

On a souvent cité en faveur du mode de chauffage direct, ses emplois nombreux et inoffensifs dans les pays méridionaux où il est pratiqué depuis l'antiquité sans causer d'accidents funestes. Mais il faut bien remarquer que le trépied grec, le foculus romain, le mangal des orientaux et le brasero espagnol, étaient,

ou sont mis en usage dans de vastes pièces non closes, et fort élevées, ce qui permet à l'oxyde de carbone produit par la combustion de s'échapper par le haut des pièces, car on sait qu'étant plus léger que l'air il a une tendance prononcée à s'élever et à disparaître par les ouvertures supérieures.

Il ne faut donc pas s'appuyer sur ces applications des braseros à des pièces hautes et ouvertes, pour en conclure à leur emploi inoffensif dans nos pièces basses et bien closes où ils ont souvent causé des accidents funestes.

Chauffage direct par combustion du gaz lumière. — Les observations qui précèdent touchant les dangers que présentent les braseros, sont en grande partie applicables au chauffage direct par le gaz lumière, sans évacuation méthodique des produits de la combustion, qui sont également toxiques, car ils peuvent renfermer de l'oxyde de carbone provenant d'une combustion imparfaite, qui se produit souvent avec des brûleurs non enveloppés d'une cheminée de verre réglant l'accés de l'air comburant et abritant la flamme contre les courants d'air.

Un chimiste français, Kulmann, analysant les produits de la combustion du gaz lumière, y a constaté la présence de l'acide cyanhydrique, un des toxiques les plus violents qu'on connaisse.

Toutes ces causes réunies font que le chauffage direct par le gaz lumière, sans évacuation des produits de sa combustion plus ou moins complète, est un chauffage éminemment dangereux et insalubre qui doit être absolument proscrit de nos habitations, sous cette forme incomplète et rudimentaire ; on pourrait cependant, dans quelques rares occasions, utiliser pour le chauffage la chaleur produite par des becs d'éclairage bien disposés, abrités par des cheminées de verre et dont la combustion régulière et complète serait assurée au moyen d'un régulateur de pression ; mais, même dans ce cas, on ne pourrait se passer d'ouvertures d'évacuation pour les gaz comburés, qui sont irrespirables et chargés de vapeur d'eau ; on voit donc enfin, que même en se plaçant dans le cas le plus favorable d'une combustion parfaite au moyen des appareils d'éclairage, il ne serait pas prudent d'employer le chauffage direct par le gaz lumière sans y joindre une ventilation puissante assurant l'évacuation des gaz produits par la combustion.

CHEMINÉES.

Origine de la cheminée. — La modeste et primitive cabane de l'homme à l'état sauvage, faite de branches enfoncées circulairemeut en terre et liées ensemble par le haut en forme de cône (1), nous offre le premier modèle de cheminée à l'état rudimentaire. Dans cette habitation rustique construite en bois, feuilles, mousses et herbes sèches très-combustibles, le foyer dût être écarté des parois afin d'en éviter l'inflammation. Ce foyer fut donc tout naturellement placé au centre du cercle formé par les parois ; car on l'écartait ainsi le plus loin possible de leur surface interne. De plus les habitants de la cabane pouvaient se ranger tout autour du feu et en jouir tous également. Enfin l'accès de ce foyer était rendu accessible de tous côtés, ce qui facilitait le service de la cuisson et de la préparation des aliments. Le chauffage de l'habitation était trouvé mais il restait à découvrir le moyen de se débarrasser de la fumée et des odeurs gênantes qui se concentrent dans tout lieu clos et habité.

On dût bientôt remarquer que la fumée tendant toujours à s'élever dans un air calme, il était facile d'en débarrasser l'habitation en laissant en haut de la

(1) Viollet-Le-Duc. Histoire de l'habitation humaine, p. 6.

toiture en pointe, une ouverture plus ou moins grande ; ce qui avait de plus l'avantage de donner du jour à l'habitation en permettant d'en fermer la porte, qu'on avait dû tenir ouverte jusque-là, pour se débarrasser de la fumée, ou pour être éclairé le jour quand la flamme faisait défaut.

Ce procédé de chauffage encore en usage aujourd'hui chez quelques peuplades sauvages, offre le plus grand intérêt, et le jour où il fût inventé, un grand pas fût franchi par l'art du chauffage, car la cheminée était trouvée.

En effet, cette habitation ronde et de forme conique constitue déjà, dans son ensemble, une vaste cheminée dont la forme générale est remarquable. Le feu placé au centre échauffe également ses parois et ne permet pas à des courants d'air froid descendants de venir troubler l'ascension de la fumée ; de plus la forme conique extérieure du toît a l'avantage de forcer les vents horizontaux à remonter vers le sommet du cône, ce qui les dévie vers la verticale et empêche efficacement leur plongée dans l'intérieur de l'ouverture du sommet ; la sortie régulière de la fumée par cette ouverture se trouve ainsi assurée même par les vents les plus violents. Cette forme a même, par cette raison, l'avantage d'accélérer l'évacuation de l'air vicié quand il n'y a point de feu,

Les parois de ces rustiques cabanes étant assez perméables, l'air pur extérieur peut pénétrer tout autour par petits filets qui s'échauffent en se tamisant et ne causent point de courants incommodes par leur fraîcheur. L'alimentation en air pur est parfaitement assurée sur tous les points de la circonférence, il balaye donc devant lui tous les gaz de la combustion, de la respiration, et toutes les odeurs produites dans la cabane par les provisions, viandes, poisson, etc. ; acrochées tout naturellement à une certaine hauteur dans le courant de fumée sortant, pour se débarrasser de leurs émanations. Remarquons en passant que cette pratique a dû de fort bonne heure faire découvrir la puissance conservatrice de la fumée sur les viandes et le poisson, et que de cette observation découla l'usage de fumer les provisions pour en assurer la conservation.

Ainsi, avec cette forme d'habitation toute primitive, on obtient, avec un simple foyer placé au centre, un chauffage suffisant, un moyen assuré de préparer les aliments même pendant les plus mauvais temps, et un renouvellement d'air abondant.

On peut donc affirmer que cette modeste cabane, de nos ancêtres encore à l'état sauvage, présente déjà des dispositions remarquables et fondamentales au point de vue du chauffage, dispositions que nous verrons se perfectionnant lentement avec les progrès de la civilisation, mais dont il faut louer le mérite et la valeur pour l'époque, sans doute fort reculée, où elles furent pratiquées pour la première fois.

Il est assez difficile de fixer l'époque précise où l'on plaça enfin le foyer central contre le mur de l'habitation humaine, alors nécessairement construit en pierre ou matériaux incombustibles.

On présume cependant qu'en France, ce fut vers la fin du XI[e] siècle. Il existe encore au château de Caen qui fut habité par Guillaume-le-Conquérant, alors duc de Normandie, deux cheminées fort anciennes adossées aux murs de pierre, dont le tuyau débouche dans l'atmosphère en perçant la muraille obliquement comme un soupirail de cave, et sans s'élever jusqu'à la toiture. Cette disposition était sans doute commandée par les nécessités de la défense, qui utilisait à cette époque les toitures en terrasses, en les couvrant de combattants et d'engins de défense. Cette disposition fut importée en Angleterre par Guillaume, lors de la conquête, et les châteaux-forts de Conisboroug et de Rochester, datant de cette époque, en offrent encore des exemples curieux. Nous en donnons un dessin fig. 1. Nous ferons remarquer que c'est de France que l'Angleterre a tiré son premier modèle de cheminée, qui ne s'y propagea que lentement, car Tomlinson

affirme qu'au XIVe siècle le foyer central était encore d'un usage général en Angleterre.

La suite de ces études sur les cheminées établira que ce sont des appareils essentiellement français, car tous leurs perfectionnements fondamentaux ont été inventés par nos compatriotes, ainsi que nous le prouverons plus loin.

Dès le commencement du XIIe siècle on rencontre en France beaucoup de châteaux munis de cheminées adossées au mur et dont le tuyau vertical débouche enfin au-dessus des toits à une assez grande hauteur, ce qui évite les refoulements de fumée qui devaient se produire avec un tuyau perçant le mur obliquement. Cette disposition de cheminée paraît avoir été inspirée par la forme qu'on donnait depuis longtemps aux cuisines des châteaux et des abbayes, qui présentaient dans leur ensemble la forme d'une grande cheminée conique, munie d'un ou plusieurs tuyaux verticaux donnant issue à la fumée.

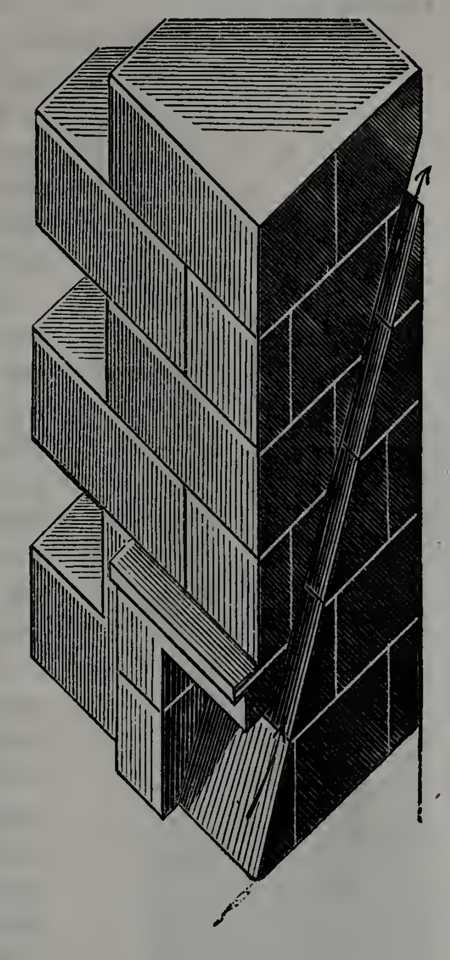


Fig. 1. — Cheminée normande.

La cuisine de ces grandes habitations exigeait alors plusieurs foyers distincts, à cause de la grande quantité de mets à préparer; ils ne pouvaient donc plus occuper le centre de la cuisine qu'ils eussent encombré et échauffé à l'excès par la grande masse de combustible forcément consommée, il devint donc nécessaire de diviser ce foyer central, trop volumineux, en plusieurs foyers distincts placés à la circonférence, adossés aux murs et munis chacun d'un tuyau de fumée spécial, construit directement et verticalement au-dessus de chaque foyer.

De là cette disposition dût tout naturellement être imitée et introduite dans les salles servant à l'habitation. On lui conserva même dans ces salles la forme circulaire et conique, rappelant celle de la cuisine; telle est par exemple la belle cheminée sculptée, que l'on voit encore aujourd'hui dans le bâtiment de la maîtrise de la Cathédrale du Puy-en-Vélay, qui date du XIIe siècle (1).

La hotte de cette cheminée affecte la forme conique et aboutit à un tuyau cylindrique dont le demi-diamètre est en saillie sur le nu du mur intérieur.. Ce tuyau dépasse de beaucoup en hauteur le pignon du bâtiment.

La cheminée française est donc arrivée dès le XIIe siècle à une forme rationnelle pouvant s'adapter facilement à tontes les habitations.

Examinons maintenant en détail les avantages de ce précieux appareil (fig. 2).

La forme du fond du foyer, en portion de cercle, est parfaitement motivée par la nécessité de soustraire le courant de fumée ascendant aux courants d'air horizontaux qui suivent et rasent la surface des parois intérieures des pièces; ce renfoncement met la fumée à l'abri de leur influence, elle s'y ramasse et s'élève ainsi sans pouvoir dévier latéralement, ce qui assure efficacement son écoulement régulier par la hotte supérieure.

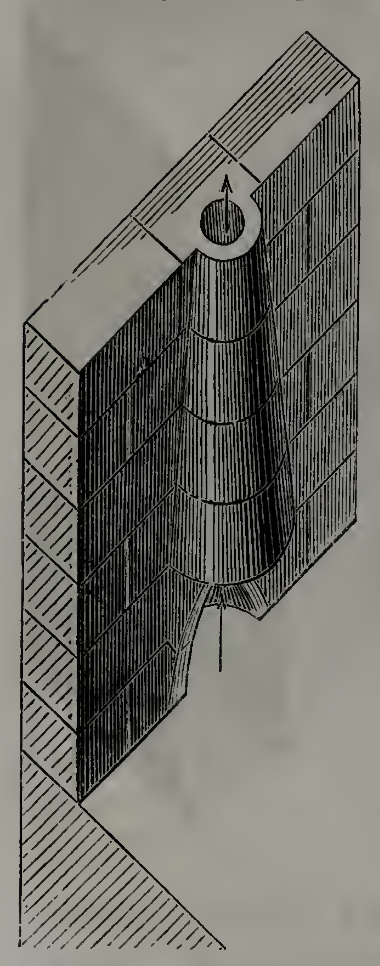
Cette forme circulaire du fond du foyer a aussi l'avantage de bien réfléchir la chaleur du feu et de la diffuser dans toutes les directions, avantage que ne

(1) Viollet-Le-Duc, Dictionnaire d'Architecture, article *Cheminée*.

peut avoir un foyer de forme carrée qui enferme les rayons réfléchis et dont les côtés latéraux ne diffusent point la chaleur dans la pièce.

La disposition circulaire a encore le mérite de se prêter à un facile raccordement avec un tuyau à fumée de forme cylindrique, forme de conduit parfaite puisqu'elle offre pour une même section le moins de contour et par conséquent un moindre frottement et un refroidissement minima, par surface, à la fumée ascendante, ce qui contribue fortement à en assurer l'écoulement régulier.

Si du foyer nous passons à l'examen de la hotte conique prenant naissance à hauteur d'homme, nous pouvons constater aussi que la forme en est excellente. En effet, ce tuyau qui ne commence qu'à 2 mètres du sol permet un facile accès au foyer et en rend ainsi le service très-commode, puisqu'il n'est pas besoin de baisser la tête pour y accéder.


Fig. 2. — Cheminée française.

A cette grande hauteur elle n'occulte presqu'aucun rayon direct du feu et permet ainsi l'utilisation presque complète du rayonnement du combustible, ce qui est fort important puisque ces foyers ne chauffent que par simple rayonnement. Enfin cette forme permet l'écoulement de l'air vicié de la pièce à une hauteur supérieure à celle de la respiration, et s'oppose ainsi à l'accumulation vers le plafond et le haut de la pièce, des produits gazeux et viciés de la respiration.

Ce modèle de cheminée serait donc excellent si on pouvait éviter les courants d'air froid causés par son énergique tirage, car il ne faut pas songer à supprimer ces accès d'air en bouchant les fissures des portes et des fenêtres; on obtiendrait alors pour résultat trois effets fâcheux, feu languissant, rentrée de fumée, et ventilation nulle, trois inconvénients qu'il faut toujours éviter.

Pour réaliser méthodiquement ce perfectionnement fondamental il faudra donc trouver le moyen d'échauffer cet air pur avant son introduction dans la pièce. Il semble aujourd'hui tout naturel d'utiliser pour cet échauffement la grande quantité de chaleur inutilement emportée par le courant de fumée, et cependant ce perfectionnement n'a été réalisé qu'au dix-huitième siècle, six cents ans après qu'on eut trouvé la cheminée à hotte conique. On voit que ce progrés important s'est fait attendre bien longtemps, mais il faut considérer l'état peu avancé des sciences physiques et mécaniques, dont les éléments les plus simples n'existaient pas au moyen-âge.

Il a donc fallu attendre que Jean Rey, et plus tard Galilée, aient démontré la pesanteur de l'air, et que Toricelli et Pascal, par l'admirable expérience du baromètre, aient rendu sensible la décroissance de la pression de l'atmosphère, pour qu'on puisse se rendre compte des mouvements de l'air et de leurs causes. Il a fallu enfin pour franchir ce long arrêt de six cents ans, que les premières bases de la physique soient posées et bien comprises.

Nous avons dit que la cheminée française du moyen-âge, présentait dans sa forme générale des dispositions excellentes pour le chauffage par rayonnement. Tel ne fut pas l'avis des architectes italiens, appelés en France à l'époque de la Renaissance. Ces artistes méridionaux ne connaissaient point la construction

méthodique des cheminées puisqu'elles font défaut dans presque toute l'Italie du Sud. Préoccupés avant tout de la décoration, puisqu'on les avait appelés surtout pour changer et soit-disant rénover la nôtre, ils n'eurent rien de plus pressé que de changer d'abord toutes nos formes décoratives sans se rendre compte des nécessités qui les avaient fait adopter. S'attaquant à notre cheminée française, ils supprimèrent d'abord la hotte conique si nécessaire pour le facile écoulement de la fumée. Puis, ils firent avancer démesurément et d'équerre avec le fond, désormais plat, du foyer, les piédroits latéraux que le moyen-âge avait, avec raison, fait peu saillants et de forme oblique pour mieux réfléchir la chaleur; le foyer fut donc *enfermé carrément*, enfoncé et presque caché dans une sorte de coffre profond occultant le feu latéralement. Au-devant le manteau fut abaissé et vint aussi masquer une grande partie des rayons directs du feu, qui furent désormais perdus pour le chauffage de la pièce.

Enfin à l'extérieur le tuyau de fumée fût surmonté de lourds et massifs ornements, remplaçant le simple glacis en talus de la cheminée du moyen-âge; glacis fort efficace pour dévier les vents horizontaux et empêcher tout refoulement de fumée.

Il résulta donc de tous ces changements une cheminée de formes irrationnelles, fort peu échauffante et ayant presque toujours le grave défaut de donner lieu à des rentrées de fumée par les angles de son tuyau carré.

On chercha alors à se débarrasser de cette incommode fumée, par une foule de petits moyens ne s'appuyant sur aucun principe scientifique et qui, pour cette cause, n'eurent aucun succès.

Il fallait, pour rendre au chauffage par les cheminées son ancienne valeur, toute une rénovation fondamentale qui se produisit lentement et fut encore amenée par des artistes français, qui réparèrent ainsi patiemment le mal causé par les trop fameux architectes italiens.

Cheminée Savot. — En 1624 un architecte français, Savot, crée au Louvre, dans le cabinet des livres, une cheminée où pour la première fois on utilise le contact des parois chaudes d'un foyer pour échauffer l'air de la pièce.

Savot est donc l'inventeur du chauffage de l'air par le contact des parois métalliques des foyers de cheminées. L'air frais pris *dans la pièce* au devant de l'âtre relevé passait sous la plaque du foyer, montait derrière le contre-cœur en fonte et sortait enfin chaud au devant de la cheminée par deux bouches de chaleur, ainsi qu'on peut le voir fig. 3.

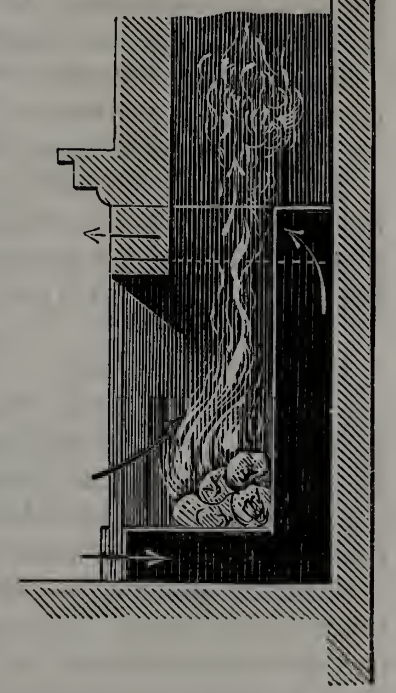


Fig. 3. — Cheminée de Savot.

Un grand pas est donc franchi par Savot, il a compris et fait connaître qu'on ne doit pas se contenter de la chaleur rayonnante du foyer, mais qu'il faut encore utiliser par contact la chaleur jusque là perdue des parois. Il a donc le premier isolé le foyer des murs de la cheminée, et il est ainsi parvenu à faire récupérer par l'air de la pièce une partie de la chaleur emportée par le courant de fumée ou perdue dans la masse des murs de la cheminée.

L'architecte français, Savot, est donc bien l'inventeur du principe de la récupération de la chaleur des foyers par le contact de l'air; principe fondamental dont la haute valeur sera bientôt mise en lumière par un savant inventeur français N. Gauger.

Mais avant de parler des travaux de Gauger, nous avons à faire connaître un

appareil de chauffage basé sur un principe tout nouveau et d'une grande valeur.

Foyer de Dalesme. — En 1686, un inventeur français nommé Dalesme, fit voir et fonctionner à la foire Saint-Germain, à Paris, un appareil de combustion dans lequel la flamme au lieu de s'élever verticalement comme dans les foyers ordinaires, plongeait au contraire dans le combustible, la flamme était donc renversée ainsi qu'on peut le voir pl. I.

Ce procédé de combustion entièrement nouveau, avait l'avantage de brûler la fumée et les gaz produits par distillation ; c'est donc le premier appareil fumivore connu.

Il excita la curiosité la plus vive à Paris, et il fut l'objet d'un mémoire scientifique dû au célèbre Lahire. On a contesté à Dalesme l'honneur de cette découverte fondamentale ; un auteur anglais, Tomlinson, a prétendu qu'en 1678 le prince Rupert fit construire une cheminée avec foyer à flamme renversée. Mais le dessin qui accompagne cette injuste réclamation, (page 85 de l'édition de 1869), établit clairement que la fumée au lieu de passer sur des charbons ardents comme dans l'appareil de Dalesme, était simplement renversée au-dessus et derrière le dossier *plein* de la grille à houille, et que dans cet appareil de Rupert, la combustion de la fumée ne pouvait avoir lieu, car il y avait mélange de la fumée avec une grande quantité d'air froid.

Dalesme est donc bien l'inventeur de l'importante découverte de la combustion à flamme renversée, encore en usage aujourd'hui pour les foyers à bois ou alandiers qui donnent une combustion complète et exempte de toute fumée.

On voit qu'à la fin du XVII[e] siècle et grâce à ces découvertes toutes françaises l'art du chauffage marchait à grands pas vers une rénovation complète, et qu'il n'attendait plus que la venue d'un génie synthétique, qui put fondre et combiner toutes ces découvertes pour en faire jaillir un art tout nouveau.

Cheminée de Gauger. — C'est ce qui ne tarda pas à se rencontrer, et dès les premières années du XVIII[e] siècle (1714), on voit paraître à Paris, un petit livre, *la Méchanique du feu, ou l'art d'en augmenter les effets et d'en diminuer la dépense, contenant le traité des nouvelles cheminées, par N. G.*

Cet ouvrage d'une valeur exceptionnelle, est encore d'un français, Nicolas Gauger, avocat au Parlement de Paris.

Gauger y donne les règles expérimentales nécessaires pour la bonne construction des foyers. Il commence par bien distinguer la façon dont le feu échauffe : par ses rayons directs, par ses rayons réfléchis et par une espèce de *transpiration*. Il fait voir que dans les cheminées ordinaires le feu n'échauffe point par *transpiration*, n'envoie que peu de rayons directs, en renvoie encore moins de réfléchis ; tandis que dans celles qu'il propose et qu'il décrit avec soin, il en renvoie beaucoup et échauffe bien plus encore par *transpiration*, que par ses rayons directs et réfléchis.

Gauger a donc saisi toute l'importance de la perte qu'entraîne le courant de fumée. D'autre part il prouve clairement que la forme des jambages parallèles et d'équerre avec le fond du foyer n'est pas propre a réfléchir la chaleur dans les chambres. Il conseille donc d'en revenir à la forme circulaire et il propose d'adopter comme section horizontale du foyer une forme parabolique, pour réfléchir parallément les rayons du feu.

Il conseille ensuite l'emploi d'une prise d'air extérieur aboutissant devant le feu afin de le souffler et d'en assurer l'allumage, c'est là une idée excellente qui pouvait amener à se passer du soufflet ; mais Gauger ne la donne pas comme nouvelle. En effet, cette disposition qu'on a attribuée à Perrault, et que Tomlinson

revendique pour John Winter, comme faisant partie d'une cheminée proposée par cet anglais en 1658, est beaucoup plus ancienne et nous la trouvons au moyen-âge en usage en France, dans la cuisine de Sainte-Marie de Breteuil (1) ; c'est donc encore là une vieille idée française.

Gauger établit ensuite, par des expériences multipliées, que l'air s'échauffe rapidement par contact, que le plus chaud monte au-dessus de celui qui l'est moins (comme une pièce de bois au-dessus de l'eau), parce qu'en même volume il est moins pesant. Il prouve encore qu'une large introduction d'air est toujours nécessaire pour empêcher la fumée de redescendre, car il faut qu'il entre autant d'air dans la chambre qu'il en sort. Enfin en s'appuyant sur toutes ses expériences personnelles et en les combinant avec des principes déjà trouvés par Savot et Dalesme il réussit à inventer une cheminée à flamme renversée sans mélange d'air froid, introduisant un courant d'air nouveau *plus ou moins chaud*, quelque froid qu'il fasse au dehors, qui vient ainsi alimenter d'air pur la chambre et *ceux qui y sont*.

Cet air arrivant chaud et montant, ainsi qu'il l'a déjà prouvé, au-dessus de l'air plus frais de la chambre, il en résulte que c'est l'air froid des couches inférieures qui se trouve aspiré par la cheminée. L'air pur extérieur est donc, grâce à Gauger, introduit pour la première fois à la température qu'on désire :

Il parcourt la pièce en l'échauffant, ce qui le rend plus frais et plus lourd, il descend donc et gagne ainsi la cheminée après avoir parcouru toute la pièce en emportant tous les miasmes et en renouvelant méthodiquement tout l'air confiné.

La ventilation rationnelle des habitations est donc née en même temps que la cheminée de Gauger, car ce précieux appareil permet l'introduction d'un air pur *plus ou moins chaud* grâce à l'emploi d'un régulateur et d'une chambre de mélange d'air chaud ou frais; il assure ainsi efficacement l'indépendance réciproque et instantanée du chauffage et de la ventilation; résultat fort important que beaucoup d'appareils modernes ne peuvent réaliser et qui est cependant indispensable dans un grand nombre d'applications.

Gauger est donc bien certainement l'inventeur du chauffage rationnel et de la ventilation méthodique des habitations, et du premier coup il les met à la portée de tous par les changements fondamentaux qu'il apporte à la construction de la cheminée, appareil qu'on trouve partout en France. La preuve évidente, qu'il a bien saisi toute l'importance d'un air renouvelé méthodiquemennt, réside dans les lignes ci-dessous, textuellement extraites de son précieux ouvrage :

« Si cette manière d'échauffer la chambre est utile à ceux qui se portent bien, l'on peut dire qu'elle est nécessaire aux malades, à ceux qui les gouvernent et qui les voient : Car l'haleine gâtée des malades, les humeurs corrompues qu'ils transpirent, ce qui s'exhale des remèdes qu'ils prennent et qu'ils rendent, se mêlant continuellement avec un air qui reste toujours le même, (parce que l'on n'ose rien ouvrir pour en faire entrer de nouveau, pour peu qu'il fasse froid), le corrompent de plus en plus, ainsi un malade respire un air plus corrompu, plus empesté que celui qu'il exhale ; ceux qui le voient respirent le même air ; et peut-on douter que ce ne soit souvent la cause de la mort des infirmes et de la maladie de ceux qui les ont gouvernés, ou qui les ont vu souvent.

Mais si par le moyen de ces cheminées on laisse continuellement entrer de nouvel air chaud, et au degré de chaleur que le malade le pourra souffrir, cet air nouveau chassera continuellement celui de la chambre, et en fera respirer de plus sain au malade, et à tous ceux qui sont dans sa chambre et les garantira

(1) Viollet-Le-Duc, Dre d'Architecture, t. IV, p. 223

des incommodités et des maux qu'un air empoisonné aurait infailliblement causé. »

La cheminée de Gauger est donc arrivée dès 1714, et grâce à des découvertes toutes françaises, à pouvoir introduire de l'air pur, plus ou moins chaud, et à l'extraire méthodiquement après qu'il a entièrement parcouru les pièces. L'art du chauffage et de la ventilation des habitations est dès lors en possession d'un appareil précieux, simple, puissant et partout applicable, Gauger est donc bien le fondateur de ces deux arts qui rendent tous les jours tant de services à l'humanité, qui devrait reconnaître dans Nicolas Gauger un de ses plus vénérables bienfaiteurs.

Il est loin d'en être ainsi, car notre enseignement officiel ne connaît même pas les travaux de Gauger, On professe partout en France que l'anglais Rumford fut le premier qui améliora la construction des foyers, ce qui est complétement inexact, ainsi qu'on le vera plus loin, et les traités de chauffage, de nos professeurs officiels, ne disent pas un mot de notre inventeur français, Gauger.

On nous pardonnera donc les longs détails que nous avons cru devoir donner sur les travaux de ce savant français, dont le mérite exceptionnel devait être mis en lumière afin que justice lui soit enfin rendue, et que dans son propre pays un étranger, Rumford, ne vienne plus usurper une place d'honneur qui lui appartient absolument.

Cheminée de Franklin, fig. 4. — En 1745, Franklin, l'illustre inventeur du paratonnerre, publie, à Philadelphie, une description des nouveaux chauffoirs de Pensylvanie, qu'il venait d'inventer et d'expérimenter.

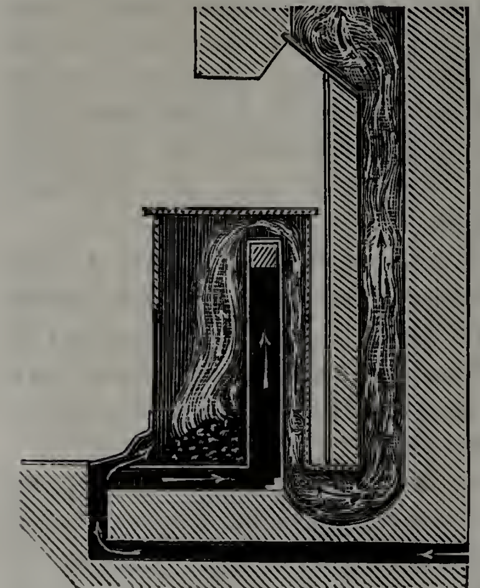


Fig. 4. — Cheminée Franklin.

Dans cet écrit, Franklin critique assez fortement la cheminée de Gauger qu'il trouve compliquée, bien que la sienne soit loin d'être simple ; il trouve que Gauger perd la portion *montante* de la chaleur; Franklin prouve ainsi qu'il n'a pas compris que le feu ne rayonne pas plus en direction verticale qu'en direction horizontale, et qu'il n'a pas vu que c'est le courant d'air chaud vertical qui emportant les gaz de la combustion augmente en *apparence* le rayonnement du feu vers la verticale. Gauger avait parfaitement saisi la cause de cet effet, et il avait fort bien vu que c'était le courant des gaz chauds qu'il fallait utiliser et non le rayonnement *vertical* du foyer.

Franklin imagina donc de faire monter verticalement la flamme et de lui faire frapper une plaque horizontale qui, suivant lui, devait recevoir et transmettre dans la pièce une chaleur considérable.

La fumée ne trouvant pas d'issue vers le haut, tourne autour d'une caisse verticale servant de faux contre-cœur, redescend entre elle et le vrai contre-cœur et s'échappe enfin dans le bas du tuyau ordinaire de la cheminée.

L'air extérieur pénétre dans la caisse faux contre-cœur, s'y échauffe assez fortement et débouche enfin dans la chambre par deux bouches de chaleur latérales, beaucoup trop petites. Cette caisse verticale est évidemment empruntée à la cheminée de Gauger. Mais le moyen employé par Franklin pour l'échauffer est bien inférieur à celui de notre inventeur français, qui avait parfaitement

compris qu'en renversant la flamme on évite son refroidissement par mélange d'air froid.

La cheminée de Franklin ne permet pas non plus l'indépendance du chauffage et de la ventilation, comme celle de Gauger, elle lui est donc de tous points fort inférieure.

L'art du chauffage par les cheminées est donc, à l'époque de Franklin, déjà en décadence, et les principes posés par Gauger commencent même à n'être plus compris et pratiqués.

Nous allons voir ce mouvement rétrograde s'accentuer à mesure que cet art national s'appuiera sur les théories et les expériences des physiciens étrangers, Franklin et Rumford.

Cheminée de Montalembert, fig. 5. — En 1763, le général marquis De Montalembert, ancien ambassadeur de France en Russie, fit connaître une cheminée tout à fait nouvelle qu'il désigna sous le nom de cheminée poêle.

C'est, en effet, une sorte de poêle dont le tuyau de fumée serpente plusieurs fois verticalement dans toute la hauteur d'un massif en maçonnerie, faisant saillie dans la pièce comme le massif des poêles du Nord. Mais il diffère notablement du poêle, en ce qu'il n'a point de foyer fermé et que le feu est porté en avant et rendu apparant.

Le tirage de ce long circuit de fumée est parfaitement assuré au moyen d'un ingénieux système de soupapes, dont la fermeture complète, après l'extinction du feu, s'oppose au refroidissement rapide de la maçonnerie.

Cet appareil présente donc des qualités réelles, il empêche la chaleur du feu de s'échapper trop vite, et la grande masse de maçonnerie qu'il échauffe, assure ainsi un très-lent refroidissement de la pièce. Remarquons aussi que cet important perfectionnement de la cheminée, est encore dù à un français, et qu'il a été proposé beaucoup plus tard, comme une nouveauté, par un prussien, Sachtleben, dans un ouvrage intitulé : L'art d'économiser le bois, publié en 1792, vingt-neuf ans après la publication de Montalembert !

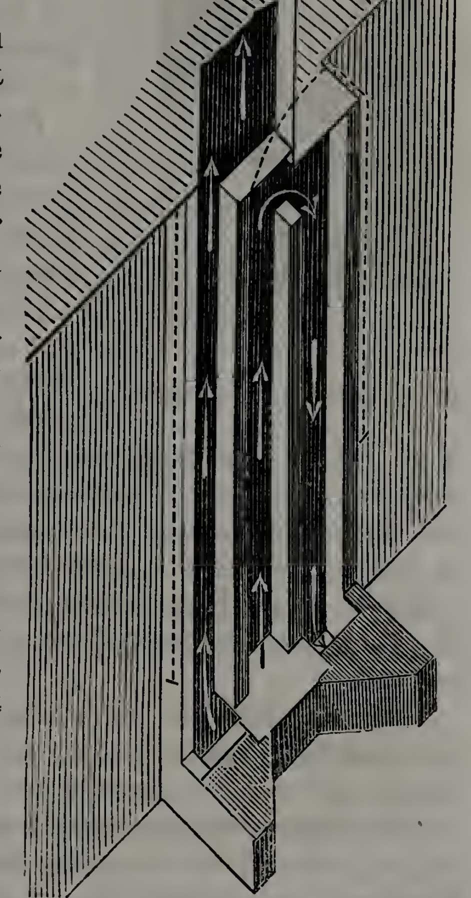


Fig. 5. — Cheminée de Montalembert.

Cheminée de Rumford, fig. 6. — Nous sommes arrivés aux dernières années du XVIIIe siècle; les phénomènes de la combustion jusqu'ici ignorés viennent enfin d'être dévoilés et mis en lumière par l'illustre et malheureux Lavoisier; il paraîtrait donc naturel que l'art du chauffage, en s'appuyant désormais sur ces nouveaux principes scientifiques, dut progresser rapidement. Le contraire se produisit cependant, et une décadence complète fut le résultat de ce manque d'application des excellents principes qui venaient d'être découverts.

En 1796, le célèbre Rumford publie à Londres ses essais politiques et économiques, Il y décrit une nouvelle cheminée de son invention, qui repose sur l'application de deux principes fort simples: Avancement du foyer dans la pièce

et rétrécissement par deux parois verticales obliques, de l'ouverture de départ de la fumée à la partie inférieure du tuyau d'échappement.

Rumford, qui paraît avoir attaché beaucoup d'importance à ces prétendues inventions, semble avoir ignoré les travaux de Gauger ; il néglige donc l'établissement de toute prise d'air extérieur, et il ne cherche point à utiliser la grande quantité de chaleur qui s'échappe avec la fumée, et cela en pleine connaissance de cause, car il constate lui-même que la chaleur qui s'évapore avec la fumée est *trois ou quatre fois* plus forte que celle qui émane du feu sous forme de rayons. Il avoue donc naïvement ainsi qu'il n'a pas su tirer parti de cette chaleur.

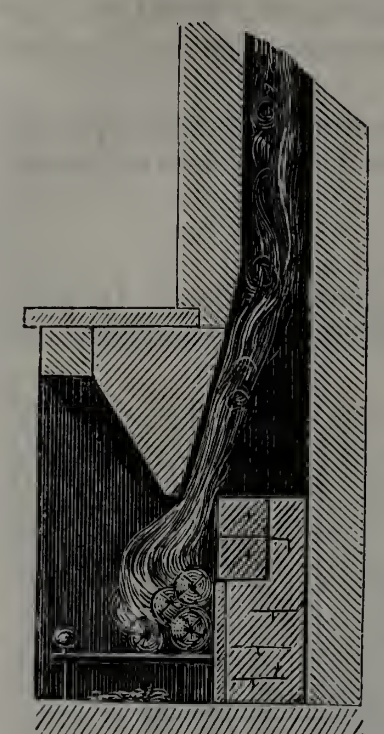


Fig. 6. — Cheminée de Rumford.

Rumford nous ramène donc de deux siècles en arrière, et sa cheminée est bien inférieure à la cheminée de Savot, et ne peut-être comparée même de loin à celle de Gauger.

Ces cheminées eurent cependant une grande vogue en France, et c'est encore aujourd'hui le modèle le plus généralement suivi, on l'a seulement légèrement modifié par l'adjonction d'un châssis à rideau.

Pourtant si on examine sérieusement la cheminée de Rumford, on ne peut s'empêcher d'y voir un appareil tout à fait défectueux, par l'absence de prise d'air et la grande perte de calorique résultant du manque de bouches de chaleur.

La cheminée de Rumford est très-sujette à fumer, car le feu est avancé dans la pièce, et aucune prise d'air ne vient assurer l'alimentation du tirage qui peut devenir insuffisant quand les portes ferment bien. Tel est l'appareil grossier et arriéré qui a valu au comte de Rumford, le singulier honneur d'être considéré chez nous comme l'homme qui a le plus fait pour le chauffage des habitations privées ; et qui lui a permis de prendre la place qui revient justement à Gauger.

Certes il faut bien reconnaître dans Rumford un physicien de premier ordre, et ses travaux sur la chaleur ont une valeur exceptionnelle qui suffit à illustrer son nom.

Mais il ne faut pas en conclure, contre toute justice, qu'on lui doive aussi de la reconnaissance pour l'invention d'appareils qu'il n'a su que faire rétrograder, au lieu de les faire progresser, et, loin de voir dans la cheminée de Rumford l'indice d'une voie nouvelle, nous ne devons donc y reconnaître que la preuve la plus forte de la complète décadence qui frappa l'art du chauffage par les cheminées au commencement du XIXe siècle.

Cheminée de Péclet n° 1, pl. I. — N'ayant point ici l'intention de faire l'historique complet de l'art du chauffage, nous laisserons donc de côté une foule d'appareils sans intérêt et nous arriverons tout de suite aux seules cheminées remarquables inventées pendant le XIXe siècle.

En 1828 paraît un ouvrage d'une haute valeur scientifique et pratique ; le traité de la chaleur, par Péclet, alors professeur à la faculté des sciences de Marseille, et plus tard professeur fondateur à l'école Centrale des arts et manufactures de Paris. Dans cet important ouvrage, Péclet, donne la description d'une cheminée ventilatrice, où la chaleur emportée par la fumée se trouve être utilisée pour l'échauffement d'un courant d'air pur introduit de l'extérieur. A cet effet la fumée se trouve forcée de s'élever, en partant du foyer, dans un

tuyau métallique vertical, placé dans le corps ordinaire du tuyau en maçonnerie de la cheminée. Ce tuyau métallique montant ainsi jusqu'à la hauteur du plafond de la pièce, échauffe par le contact de sa paroi l'air pur d'accès qui l'enveloppe entièrement du haut en bas; cet air pur introduit de l'extérieur, s'échauffant rapidement, devient plus léger et il pénètre dans la pièce à la hauteur du plafond, il peut donc échauffer par contact les murailles de la pièce, et redescendre refroidi et plus lourd vers l'ouverture du foyer, après avoir ainsi parcouru méthodiquement toutes les parties du local à chauffer.

Péclet, par cette invention, semble vouloir reprendre les saines idées de Gauger. Mais il paraît avoir ignoré les travaux de ce physicien éminent, et il produit une cheminée bien inférieure à celle de Gauger. Il néglige d'abord d'assurer l'indépendance du chauffage et de la ventilation, et il ne tire aucun parti de la chaleur de contact des parois inférieures du foyer, dont l'action est fort énergique; il emploie pour échauffer son tuyau vertical un courant de fumée mélangé à une grande quantité d'air froid, ce qui diminue considérablement la température de ce courant, désormais à trop basse température pour pouvoir échauffer suffisamment le tuyau métallique et l'air pur enveloppant ce tuyau. Il n'obtient donc enfin qu'un courant d'air nouveau trop faiblement échauffé.

Cheminée de Péclet n° 2, pl. 1. — Aussi Péclet paraît avoir attaché peu d'importance à cette invention et, dans la deuxième édition de son traité, 1843, après avoir reconnu les inconvénients de cette disposition, il pose en principe que: « Les meilleurs appareils de cheminée seraient ceux qui renfermeraient à la fois la devanture, les surfaces de chauffe, le tablier et le registre; qui se poseraient dans une cheminée en appliquent les bords de l'appareil contre les bords d'un cadre fixe posé à demeure dans le chambranle d'une cheminée et sur lequel on le maintiendrait par quatre tourniquets, l'appareil s'enlèverait d'une seule pièce pour le ramonage, et se replacerait avec une grande facilité ».

C'est d'après ce programme que Péclet donne dans sa 3e édition, 1861, la description de l'appareil que nous donnons ici pl. 1.

Il se compose d'une caisse en tôle renfermant le foyer, derrière lequel se trouvent des tubes verticaux, disposés en quinconce, établissant une communication de la caisse inférieure, ou prise d'air, avec une caisse à air chaud supérieure.

Le foyer est séparé des tuyaux par une plaque de fonte qui peut s'enlever facilement pour le nettoyage. Le courant des gaz chauds sortant du foyer se recourbe par dessus cette plaque, circule en descendant autour des tubes qu'il échauffe fortement et s'échappe enfin dans la cheminée par une ouverture placée au point le plus bas. Un orifice muni d'un registre sert à établir le tirage quand on allume le feu.

L'air froid, venant de l'extérieur entre dans la caisse inférieure, s'échauffe dans les tuyaux en tôle et autour de la caisse à fumée, et vient se dégager dans l'appartement par une ouverture horizontale grillagée pratiquée au sommet de la caisse à air chaud. Une plaque mobile permet de faire passer sur le combustible la proportion d'air qu'on juge convenable, tout en laissant visible une grande partie du feu. Cet appareil peut se placer sans modifications dans une cheminée ordinaire, et comme il peut s'enlever tout d'une pièce, il ne gêne nullement le ramonage.

Cette cheminée de Péclet offre de grandes analogies avec la cheminée de Franklin, elle est toutefois beaucoup mieux combinée sous le rapport des larges proportions données à la prise d'air. Mais elle présente toujours le défaut de ne pouvoir permettre l'indépendance du chauffage et de la ventilation.

Péclet reconnaît lui même (n° 2175) : « que l'effet utile obtenu eût été plus considérable s'il eût pu réussir à éviter le mélange d'air froid avec la fumée, mais il s'est trouvé arrêté par la condition de laisser le foyer visible. Il s'introduit ainsi dans la cheminée un volume d'air qui ne sert pas à la combustion, et qui, refroidissant la fumée, diminue beaucoup l'effet des tubes calorifères ».

La cheminée de Péclet est certainement le meilleur appareil mobile que nous connaissions, mais elle est loin d'être parfaite, et bonne pour le chauffage d'une petite pièce, elle ne saurait suffire à celles qui demandent à la fois un chauffage énergique et une puissante ventilation.

Cheminée de Belmas, pl. I. — En 1832, le n° 11 du Mémorial de l'officier du génie, contient un remarquable travail du capitaine Belmas sur les perfectionnements des cheminées de caserne.

Après avoir conseillé pour ces édifices l'emploi des tuyaux unitaires, (système que nous n'admettons en aucun point), il arrive a s'occuper des perfectionnement des foyers de cheminées et il conseille, la disposition suivante : « Il est facile d'entourer le foyer, d'une cheminée ordinaire, quelle qu'elle soit, de cavités en fonte, en tôle, en carreaux de terre cuite, ou en pierre argileuse ; en se servant des parois en briques du foyer comme enveloppe extérieure et comme soutien de l'enveloppe intérieure, afin de donner à celle-ci toute la solidité convenable ; mais si l'on met en communication l'espace compris entre ces enveloppes et la caisse servant de manteau qui doit entourer le tuyau à fumée, qu'on fasse arriver de l'air froid par la partie inférieure du foyer, et qu'on ouvre dans la caisse des bouches de chaleur au niveau du plafond, on aura ainsi un courant rapide d'air chaud dans l'appartement et la plus grande surface de chauffage qu'il soit possible d'avoir dans une cheminée. Ce système de circulation est applicable à toutes espèce de cheminée ; nous avons pris pour exemple celle de Rumford dans le projet indiqué, que l'on peut perfectionner encore en y ajoutant sur le devant un tablier mobile en tôle ou en fonte.

Quand à la disposition des conduites d'air, c'est un petit problème a étudier dans chaque localité sur un plan détaillé de la cheminée, en ayant égard aux matériaux dont on pourra disposer ; mais comme c'est particulièrement des dimensions qu'on donnera à ces conduites que dépendent les résultats de l'appareil, nous devons entrer à ce sujet dans quelques détails.

On doit admettre en principe qu'il est beaucoup plus avantageux de chauffer un grand volume d'air à une faible température, qu'un petit volume à une température élevée : 1° parce que le volume d'air qui se renouvelle sur les surfaces de chauffe étant plus considérable, une même étendue dans le même temps laisse passer plus de chaleur ; 2° parce que l'air étant à une plus basse température accélère le refroidissement des surfaces.

Il est donc avantageux de donner aux conduites d'air d'un calorifère de grandes sections, et d'y déterminer une grande vitesse, afin qu'elles débitent un volume d'air suffisant, ce n'est qu'ainsi que l'on pourra élever d'une manière sensible la température d'un appartement.

Ici la masse d'air à introduire par les bouches de chaleur doit être à peu près égale à celle que débiterait le tuyau de fumée s'il communiquait librement par le bas avec l'atmosphère, afin qu'il n'y ait pas un appel sensible d'air froid par les joints des portes et des fenêtres ; nous obtiendrons ce résultat en donnant à la conduite de prise d'air une section à peu près égale à celle du tuyau à fumée.

Sous le rapport de la salubrité on pourrait peut-être désirer que les bouches de chaleur qui débitent l'air neuf fussent situées au niveau du sol, et que l'air vicié par la respiration pût se dégager par le plafond ; mais cette disposition n'a pas à beaucoup près autant d'importance qu'on pourrait le croire, car l'appel

da la cheminée fait descendre et mélanger les couches d'air avant leur départ par le foyer.

Quant à l'effet utile que l'on peut obtenir au moyen de cette disposition, il serait trois ou quatre fois plus grand que dans une cheminée ordinaire (1); en effet, l'appareil se trouve ainsi transformé en un véritable poêle, où les surfaces de chauffe extérieures, se trouvant entourées d'une enveloppe entre laquelle passe un courant rapide d'air, cédent plus facilement leur chaleur que si elles étaient exposées à l'air libre, on doit faire attention a ce que les conduites présentent sur tous les points une section convenable, la fonte est préférable à la tôle pour les surfaces de chauffe.

Si l'on doit faire usage de la houille, il est bon de rétrécir le foyer de manière à n'offrir que l'espace nécessaire pour recevoir une grille en forme de panier. Les cavités qui entourent le foyer seront alors plus grandes, et on pourra plus facilement les disposer pour la circulation de l'air. La houille brûlant à une haute température et donnant beaucoup de chaleur rayonnante, chauffera fortement les parois du foyer; l'emploi de ce combustible est par conséquent favorable au chauffage de l'air: mais comme la fonte, si elle se trouve en contact avec le brasier, serait bientôt détruite par l'action du feu, il faut avoir soin que le combustible ne touche pas immédiatement les parois du foyer, Belmas. »

Les longs détails qui précédent et qui sont extraits textuellement du travail du capitaine Belmas, ont surtout pour but principal de faire comprendre que ce savant officier a donné, dès 1832, toute la théorie et les proportions détaillées des *cheminées ventilatrices* que la commission anglaise des casernes et hôpitaux militaires a cru pouvoir exposer en 1867 à Paris, au nom du capitaine du génie anglais Douglas-Galton, et qu'elle a appliquées sous ce nom aux casernes et hôpitaux auglais. Cette cheminée qui a donné des effets utiles s'élevant jusqu'à 35 $^0/_0$ est donc bien encore d'invention française, et tout l'honneur de son invention appartient sans contestation possible au capitaine du génie français Belmas, mort colonel en 1864.

Cheminée Belmas, type Doulas-Galton. — Nous empruntons au général Morin (2), la description des expériences qu'il a faites sur ce type ingénieux de la cheminée Belmas:

« J'ai fait connaître dans le premier volume de mes *Études sur la ventilation* la disposition des cheminées dont l'usage a été adopté par le gouvernement anglais pour le chauffage et la ventilation des chambres des casernes; mais, à l'époque où je publiai ces études, je n'avais pas eu d'occasion de faire des expériences sur les résultats que l'on peut obtenir avec ces appareils au double point de vue de l'évacuation de l'air vicié et de la rentrée de l'air nouveau.

Afin de m'éclairer sur la valeur de ces cheminées, dont la construction me paraît constituer un progrès notable des appareils de chauffage, j'en ai fait venir une du modèle simple destiné aux chambres de soldats, et je l'ai fait installer au Conservatoire des arts et métiers, dans une pièce de dimension moyenne, ayant $5^m,14$ de longueur sur $3^m,94$ de large et $4^m,46$ de hauteur, et par conséquent $90^{mc},33$ de capacité.

Ces cheminées en fonte, dont la disposition est due à M. Douglas-Galton, du corps royal des ingénieurs militaires, se composent d'un foyer fait pour brûler de la houille ou du coke, garni sur ses parois intérieures de briques en terre

(1) Cet excellent résultat a été constaté par le général Morin, sur des cheminées Belmas du type Douglas-Galton qui rendent 35 $^0/_0$, quand les cheminées ordinaires ne donnent que 10 à 12 $^0/_0$.

(2) *Annales du Conservatoire*, tome V.

réfractaire, destinées à conserver assez de chaleur pour faciliter l'entretien et le le renouvellement du feu. Ce foyer porte à sa partie postérieure des appendices plans qui augmentent la surface d'émission de la chaleur. La grille n'a qu'une surface égale au tiers environ de celle du foyer, ce qui modère l'activité du feu et par suite la consommation de combustible.

Cette cheminée, d'une construction fort simple, doit être complétement isolée du mur qui reçoit le conduit de fumée de manière qu'il existe entre la partie postérieure de son foyer et ce mur un intervalle libre et clos destiné à former une chambre à air, EE, dans laquelle, par une ouverture F, pratiquée, près du sol, dans le mur ; l'air extérieur peut s'introduire et s'échauffer au contact du foyer de ses appendices en fonte et du tuyau de fumée, qui doit être dans toute la hauteur de la pièce isolé des murs aussi complétement que possible.

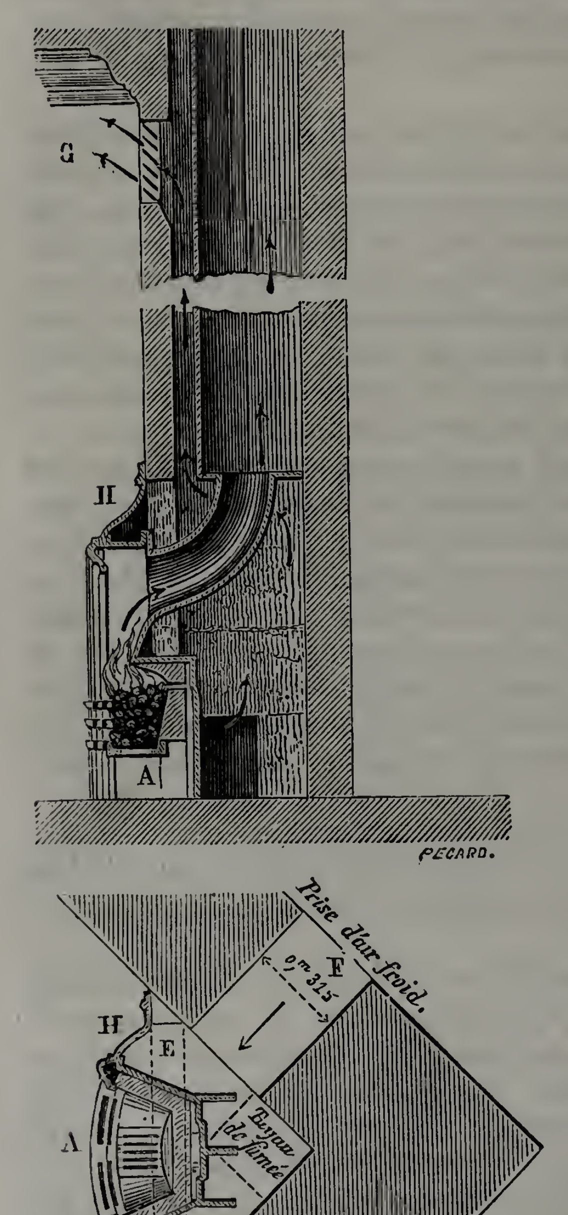


Fig. 7. — Cheminée Belmas, type Douglas-Galton

La chambre à air est plongée jusqu'au plafond et à sa partie antérieure ou sur ses faces on ménage un orifice G, auquel on adapte une garniture en fonte, munie de cloisons analogues à celles d'une persienne et inclinées de manière à diriger l'air affluent vers le plafond, afin que sa vitesse s'éteigne en tourbillonnements, avant qu'il ne rentre dans le courant inférieur déterminé par l'appel de la cheminée.

L'appareil est composé de trois pièces, le foyer proprement dit A, le tuyau de fumée et le manteau H.

Le foyer est posé sur le plancher ou sur une aire en briques, préparée pour le recevoir et circonscrite par une galerie en fonte. Il reçoit le tuyau de fumée, qui lui est réuni par des boulons, et les instructions recommandent de garnir avec soin le joint avec du mastic de minium, pour éviter le passage de la fumée. Ce tuyau est engagé dans le conduit proprement dit de la cheminée, qui doit autant que possible être isolé des murs, comme nous l'avons dit.

Le manteau H est placé en avant du foyer, auquel il est fixé par des vis ; ce qui permet de l'en séparer et de le retirer pour le nettoyage de la chambre à air, et même pour le ramonage, si on est obligé d'enlever le foyer.

Il est convenable que la prise d'air extérieur soit garnie d'une toile métallique à très-larges mailles, et, dans les habitations privées, munie d'une porte ou d'un registre qui permette de la fermer. Mais, dans les casernes, il ne faut pas que cette fermeture soit à la disposition des soldats, qui ne manqueraient pas de la clore toujours.

La garniture de briques réfractaires est un peu isolée du fond du foyer et présente même un orifice entre les deux briques supérieures. Cette disposition a pour objet de permettre l'établissement d'un petit courant d'air, qui, s'introduisant par le cendrier, vient déboucher au-dessus du combustible pour brûler en partie la fumée. Il est au moins douteux que le résultat soit obtenu, et, si le courant d'air est actif, il enlève inutilement de la chaleur au fond du foyer destiné à échauffer l'air à introduire.

Proportion des orifices et des conduits pour le passage de l'air. — Dans les instructions rédigées par M. Douglas-Galton, les proportions de cette partie de l'appareil sont réglées d'après la capacité des chambres de casernes, qui est de $16^{mc},80$ par homme, et d'après le volume d'air à renouveler fixé à $33^{mc},60$ par homme et par heure; mais, pour l'étude qui nous occupe, ce sont plutôt les rapports de ces proportions entre elles et aux volumes d'air écoulés qu'il s'agit d'étudier et de comparer.

La section du conduit de fumée de la cheminée est de $550^{cent.q}$, et le volume d'air écoulé ayant été, comme on le verra, de 513^{mc}, en moyenne par heure, ou de $0^{mc},142$; en 1″ la vitesse moyenne d'écoulement a été de $2^{m},60$ en 1″, ce qui suffit pour assurer la stabilité du tirage, malgré l'action du vent.

La proportion de cette section pourra donc être déterminée d'après le volume d'air à évacuer, par la condition que la vitesse moyenne soit de $2^{m},50$ à $3^{m},00$ en 1″.

L'orifice d'admission dans la chambre à air doit être au moins égal en superficie à la section de la cheminée, et si, au lieu d'ouvrir directement à l'extérieur, comme dans nos expériences, il est placé à l'extrémité d'un conduit de plusieurs mètres de longueur, passant sous des planchers ou dans les épaisseurs des murs, il sera bon de lui donner une section un peu plus grande.

Dans nos expériences, cet orifice avait $634^{cent.q}$, ce qui était plus que suffisant.

L'instruction anglaise recommande de clore la chambre à air à hauteur de la partie supérieure du manteau par une tablette en pierre, percée d'une ouverture dont la section ne soit que les deux tiers de celle du tuyau qui doit amener l'air nouveau dans la pièce. Le motif énoncé de cette disposition est d'opposer un obstacle aux effets des bourrasques extérieures qui pourraient accidentellement produire des introductions trop brusques dans l'intérieur. L'étranglement, ainsi ménagé dans le passage de l'air, peut bien effectivement atténuer un peu l'effet des bourrasques; mais il a l'inconvénient de gêner, en tous temps, le passage de l'air nouveau, qu'il convient au contraire de favoriser le plus possible.

L'usage d'un registre en permettant de modérer, selon le temps et l'activité du feu, l'introduction de l'air extérieur, nous paraît préférable, et il nous semble aussi qu'il conviendra presque toujours de supprimer la tablette, et de prolonger la chambre à air jusqu'au plafond, pour profiter de toute la chaleur que l'air pourra emprunter au tuyau de fumée.

La surface totale de la grille est à peu près les 0,40 de la section de la cheminée, et la surface libre pour le passage de l'air en est le dixième; ce qui modère la consommation de combustible et suffit pour l'entretien du feu.

Effets de l'appareil. — D'après la description succincte que nous venons de donner, il est facile de concevoir les effets de cet appareil.

L'action du feu allumé dans le foyer détermine, comme dans les cheminées ordinaires, l'appel et l'évacuation de l'air intérieur de la chambre et subsidiairement la rentrée d'un certain volume d'air nouveau, qui s'échauffe en parcourant la chambre à air.

La proportion de ces deux volumes d'air entre eux dépend de celles des orifices, de l'activité du feu, du nombre des portes et des fenêtres, de leur clôture

plus ou moins parfaite; mais, dans l'état habituel, le volume d'air ainsi introduit échauffé peut s'élever à 0.80 et plus du volume d'air évacué.

L'appareil offre donc l'avantage de restreindre dans une proportion considérable l'appel, parfois si gênant, que les cheminées occasionnent par les joints des portes et des fenêtres, et d'introduire dans les appartements de l'air chaud au lieu d'air froid. La température de l'air affluent est d'ailleurs d'autant plus modérée que son volume est plus grand, et dans les expériences elle a été de 30° à 36° au plus. La vitesse d'arrivée, dirigée vers le plafond, étant d'ailleurs, comme nous venons de le dire, complétement éteinte par les tourbillonnements, l'on ne ressent nullement son influence.

Cheminée Fondet, pl. I. — Un des systèmes les plus usités à Paris est dû à l'architecte français Fondet.

Cet appareil consiste essentiellement en un faux contre-cœur formé d'un faisceau de tubes carrés, en fonte, disposés en quinconce de façon qu'une râclette puisse être introduite pour le nettoyage entre leurs rangées.

Ces tubes inclinés sont reliés et maintenus à leurs extrémités par deux tubes cylindriques horizontaux dont l'inférieur forme prise d'air extérieur, et le supérieur forme une conduite d'air chaud ouverte aux deux bouts, formant ainsi deux bouches de chaleur latérales. Cet appareil peut rendre quelques services, mais son effet est bien faible; le général Morin, qui l'a soumis à des expériences précises ne lui a trouvé qu'un effet utile total de 20 $^0/_0$ environ, du combustible, dont 12,5 $^0/_0$ dus à l'action du rayonnement ordinaire du combustible, et 7,5 environ pour l'effet utile de l'air chauffé dans les tubes.

La ventilation qu'il procure est également minime; le général Morin ne l'évalue qu'à 25^{m3} par kg. de houille brûlée, ce qui est complétement insuffisant pour la salubrité, nous pensons donc que l'usage de cet appareil ne doit pas être conseillé.

M. Cordier, de Sens, a cherché à perfectionner cet appareil et il est parvenu à en rendre le nettoyage plus facile, mais l'effet utile n'en a pas été augmenté.

Cheminée Besana, pl. I. — L'appareil Besana est à flamme renversée. La disposition de la surface de chauffe est assez ingénieuse, elle consiste en un faisceau de tubes verticaux présentant une grande surface au contact de l'air nouveau. Mais ils peuvent rougir et donner alors lieu à une production, d'oxyde de carbone, par diffusion.

D'un autre côté, les courants de flamme renversée ne doivent pas échauffer tous les tubes régulièrement, car on sait que quand un courant doit suivre plusieurs tuyaux montants il se porte toujours vers ceux qui lui offrent le moins de résistance.

L'appareil Besana n'en est pas moins d'un système assez curieux, car les tubes de chauffe ne recevant que de la flamme, doivent avoir une puissance de chauffage fort énergique, qui peut être facilement multipliée par l'emploi d'un grand nombre de tubes donnant par leur développement une grande surface de chauffe directe, sous un faible et peu encombrant volume total.

Cheminée Berne, pl. I. — Un architecte de Paris, V. Berne, est l'inventeur d'un foyer de cheminée en fonte, construit par la maison Ducel, qui nous paraît bien combiné pour un chauffage modéré, exempt d'oxyde de carbone, et dont la simplicité permet une pose facile, tout en lui assurant une durée prolongée. Le même architecte est aussi inventeur d'un appareil fumifuge dit trisiphon, pour têtes de cheminées, qui donne d'excellents résultats contre

l'action refoulante des vents violents. Employé à Dunkerque au bureau de l'ingénieur du port, il a pu empêcher toute rentrée de fumée dans un local exposé à des vents excessifs, et où tous les appareils ordinaires avaient été essayés sans succès.

Cheminée Joly, pl. I. — Elle se compose d'une coquille en fonte occupant trois faces de l'âtre, ces trois faces se réunissent à la partie supérieure en forme de demi coupole. L'orifice supérieur de cette coquille peut communiquer directement avec le tuyau à fumée, ou par l'intermédaire d'un tambour en tôle qui allongeant le circuit des gaz chauds augmente la surface de chauffe. Cette coquille en fonte est cannelée et ondulée, elle est munie de nervures extérieures augmentant la surface de contact de l'air chaud et abaissant suffisamment la température de la fonte pour qu'il n'y ait pas à craindre l'introduction de l'oxyde de carbone.

Le conduit de prise d'air est à large section, ce qui assure une abondante ventilation.

Enfin le conduit de fumée est muni d'une trappe qui permet de régler le tirage.

Cette cheminée nous paraît donc très-recommandable et parfaitement hygiènique.

Son inventeur Ch. Joly, est l'auteur d'un fort estimable traité pratique de chauffage et de ventilation, où l'on trouvera de plus amples détails sur sa cheminée.

Cheminée Wazon, pl. I. — Il est parfaitement prouvé par des expériences directes, dues à Péclet et au général Morin, que l'air chaud et la fumée évacués par les cheminées ordinaires emportent près de 90 $^0/_0$ de la chaleur totale fournie par la combustion de la houille, et près de 94 $^0/_0$ de celle du bois.

Pour perfectionner et augmenter le rendement calorifique de la cheminée, c'est donc cette perte qu'il faut spécialement étudier avec soin, en cherchant les causes qui la font naître et les remèdes qui pourraient l'atténuer ou la faire disparaître.

Les causes qui font naître cette perte considérable de chaleur résident évidemment dans le rejet et le départ immédiat de la colonne des gaz chauds, qui, dans le plus grand nombre de nos cheminées, sont évacués sans qu'on cherche à tirer parti de leur chaleur pour échauffer soit l'air de la pièce, soit, ce qui vaudrait mieux encore, l'air neuf nécessaire au tirage et à la ventilation.

C'est donc dans cette voie rationnelle: utilisation de la chaleur des gaz de la combustion avant leur départ, qu'il faut chercher un remède atténuant les énormes pertes des cheminées ordinaires.

Pour récupérer en partie la chaleur emportée par la fumée on fait ordinairement circuler cette fumée, déjà beaucoup trop refroidie par son mélange trop hâtif avec l'air vicié, dans des conduits métalliques entourés et mis au contact d'un courant d'air pur, introduit de l'extérieur, qui s'échauffe aux dépens de la chaleur de la fumée. Mais l'économie ainsi réalisée est faible.

En effet, ces conduits métalliques sont mis en contact d'un côté avec un mélange d'air frais vicié et de fumée, enduisant promptement la surface intérieure d'une couche épaisse de suie non conductrice, puisque par sa nature pulvérulente elle empêche la propagation des vibrations calorifiques; tandis que de l'autre côté ils sont en contact avec de l'air pur qui doit atteindre 40 à 50°; ils ne peuvent donc transmettre qu'une faible quantité de chaleur, car on sait que cette transmission à travers des parois solides est proportionnelle à la différence de température des deux faces de la paroi.

Pour supprimer ce double inconvénient il faudrait donc : éviter de faire passer de la fumée et de la suie dans le conduit récupérateur, afin d'éviter les dépôts de suie non conductrice; et augmenter considérablement la température des gaz brûlés passant dans ce conduit, afin d'obtenir une transmission de chaleur suffisamment énergique par les surfaces métalliques.

Pour empêcher la fumée et la suie de se déposer il faut s'opposer à leur formation, il suffira évidemment pour cela d'obtenir dans le foyer une combustion complète et parfaitement fumivore.

Pour augmenter fortement la température des gaz brûlés venant du foyer et passant dans le recupérateur, il faudra nécessairement diminuer le volume de ce courant de gaz échauffant et le réduire au minimum ; comme on le fait depuis longtemps dans tous les appareils de chauffage à foyer fermé, tels que les poêles, calorifères, etc.

Le volume maxima d'air brûlé, venant du foyer qu'on doit laisser passer dans le conduit du récupérateur se trouve donc ainsi réduit au volume d'air rigoureusement nécessaire pour la combustion complète.

Les conditions principales d'une bonne récupération de la chaleur des gaz du foyer par l'air pur introduit de l'extérieur peuvent donc se résumer ainsi: 1° absence de fumée dans le courant des gaz du foyer, obtenue par une combustion complète, ce qui supprime tout dépôt de suie non conductrice; 2° volume d'air chaud brûlé admis dans le conduit de chauffe réduit à la quantité suffisante pour une bonne combustion.

On va voir que la cheminée que nous avons inventée satisfait à ces conditions nécessaires:

Nous avons simplement pratiqué une seule ouverture au bas du dossier de la grille ordinaire des foyers découverts, à cette unique ouverture nous avons ajusté et boulonné un seul et unique conduit métallique récupérateur montant verticalement, dans un coffrage spécial d'air nouveau, jusqu'à la hauteur du plafond, point où les gaz brûlés sont enfin rejetés dans le conduit ordinaire de fumée, après avoir transmis au conduit métallique la presque totalité de leur chaleur; ce conduit métallique est muni, à la base, d'une soupape réglant le tirage du feu.

En ouvrant cette soupape tous les gaz brûlants du foyer passent à travers la masse du combustible porté au rouge et s'élèvent rapidement dans le conduit métallique qu'ils échauffent fortement, puisqu'aucune portion d'air ne peut s'y introduire sans avoir forcément traversé le combustible du bas de la grille toujours porté au rouge.

Il est également impossible qu'aucune parcelle de fumée ou de suie s'y introduise et s'y dépose, car on a vu que l'ouverture de départ des gaz brûlés est placée au bas du dossier de la grille; le combustible frais étant toujours, comme à l'ordinaire, chargé par dessus, il en résulte que toute la fumée et les gaz combustibles produits par le combustible nouvellement chargé, sont également forcés de passer à la base du foyer, au travers du combustible de la charge précédente qui est toujours porté à la chaleur rouge.

Cette fumée et ces gaz se brûlent donc complétement sans produire d'oxyde de carbone, car ils sont portés à une haute température et mis en contact avec l'oxygène comburant qui afflue suffisamment par dessous et par dessus la grille.

Notre système de cheminée satisfait donc, croyons-nous, aux conditions indispensables à la réalisation d'une bonne et méthodique récupération par l'air pur introduit de l'extérieur, qui sont comme on l'a déjà vu: suppression des dépôts de suie dans le conduit du récupérateur, et haute température de ce conduit.

Cette disposition rationnelle évitant la sujétion des nombreux et incommodes

nettoyages, a de plus le précieux avantage de procurer un tirage maxima extrêmement énergique, permettant de brûler dans les meilleurs conditions les menus de houilles, le coke et l'anthracite; combustibles qu'il est difficile d'utiliser dans les foyers ordinaires à faible tirage.

Pour compléter cette disposition fondamentale il nous a fallu satisfaire à d'autres conditions fort importantes: Il faut d'abord empêcher toute introduction d'oxyde de carbone par diffusion au travers des surfaces métalliques du conduit du récupérateur.

Pour obtenir ce résultat indispensable (ainsi qu'on le verra quand nous traîterons des poêles métalliques) nous avons fait passer l'origine du conduit métallique du récupérateur dans le tuyau ordinaire de la cheminée, et la suite de ce conduit de chauffe dans le coffrage d'air pur nouveau. Il en résulte que la seule partie du conduit métallique exposée à rougir *par un feu trop violent*, est complétement isolée du contact de l'air nouveau et qu'elle ne peut par conséquent y laisser passer l'oxyde de carbone par diffusion, n'y décomposer l'acide carbonique de l'air nouveau en le transformant en oxyde de carbone (Payen), ainsi que le font presque tous les poêles et calorifères métalliques.

Il faut aussi éviter, avec grand soin, que l'air pur récupérant s'échauffe à un trop haut point.

Nous y avons pourvu par l'emploi d'un large et haut coffrage d'accès d'air pur, disposé verticalement et de toute la hauteur de la pièce, ce qui a pour effet d'augmenter la vitesse et le volume de l'air chaud introduit et pour conséquence nécessaire un abaissement de la température de cet air chaud.

La température de l'air pur introduit peut-être *instantanément* modifiée par la simple manœuvre de la soupape du conduit de chauffe, conduit qui peut-être tenu froid en fermant complétement sa soupape.

Nous obtenons par cette simple manœuvre un résultat précieux, qui consiste dans l'indépendance instantanée et réciproque du chauffage et de la ventilation.

Indépendance complétée par la manœuvre également fort simple des registres permettant l'entrée dans le coffrage récupérateur soit de l'air pur extérieur en quantité plus au moins grande suivant la ventilation désirée et le nombre de personnes présentes. Ou admettant au contraire dans ce coffrage récupérateur, après fermeture du registre d'air extérieur, l'air de la pièce même, qui peut y pénétrer par le bas et en sortir par le haut, en échauffant ainsi l'appartement par une simple circulation d'air chaud sans ventilation, quand elle n'est pas nécessaire, exemples: avant l'arrivée des invités dans une salle de réception, ou avant l'arrivée des élèves dans une classe, ce qui permet un échauffement rapide et produit une économie de combustible.

Cette indépendance réciproque et instantanée peut rendre de grands services dans les locaux exposés à de fortes et brusques accumulations de personnes ou de lumières, comme les salons de réception, cercles, etc. Car si par une cause quelconque, la température de ces locaux vient à s'échauffer ou à se refroidir brusquement; brusquement aussi on peut rafraîchir ou réchaufler l'air pur introduit, et en faire varier le volume en proportion utile.

Un vase d'évaporation placé dans le coffrage d'air permet également de faire varier rapidement l'état hygrométrique de l'air de la pièce dans la proportion voulue.

Enfin, dans les pièces encombrées et très-éclairées qu'on désire rafraîchir énergiquement, il devient nécessaire à ce moment d'extraire par en haut l'air chaud et vicié; car en se bornant dans ce cas, comme on le fait presque toujours, à extraire l'air par le bas de la pièce, on n'en tire que l'air le plus frais qui se tient toujours au ras du sol, vu sa plus forte densité, et le plus pur,

car c'est au plafond que se porte toujours de préférence l'air chaud vicié de la respiration ainsi que les gaz irrespirables et souvent toxiques produits par la combustion plus ou moins complète des matières éclairantes; contrairement à une *opinion* assez répandue mais qui ne s'appuie sur aucune expérience scientifique; les expériences d'analyse chimique dues à l'immortel Lavoisier, à Gay-Lussac et Humboldt, d'Arcet, Félix Leblanc, Lassaigne, Coulier, Reid, Roscœ, Angus Smith, Arnolt, Pettenkofer, Urbain; ont cependant nettement établi depuis longtemps que l'acide carbonique produit par la respiration et la combustion complète, et l'oxyde de carbone produit par la combustion incomplète, se portent et se cantonnent toujours dans la partie supérieure des pièces habitées et éclairées; et qu'au contraire l'oxygène, ce gaz si indispensable à notre respiration, était plus abondant au niveau de leurs parquets.

On sait d'un autre côté que la chaleur se porte toujours vers le plafond et qu'il y a souvent des différences de plus de 10° entre le parquet et le haut de la pièce.

Tous ces effets bien constatés scientifiquement agissent tous dans le même sens, en s'ajoutant ainsi sans aucune compensation ils réalisent au plafond et vers le haut des pièces une somme d'inconvénients intolérables, (dont on a l'exemple le plus frappant dans les galeries hautes des théâtres).

Il devient donc on le voit indispensable, à tous les points de vue, d'opérer l'extraction de l'air chaud et vicié par la partie supérieure de la pièce, car si on voulait l'extraire par en bas, comme on le fait trop souvent, on rabattrait ainsi l'air vicié et la chaleur dans la zône de la respiration et on empoisonnerait les occupants tout en les échauffant au maximum.

Nous avons donc, pour certaines salles spéciales qui exigent parfois un énergique rafraîchissement, appliqué et joint à notre cheminée le dispositif de prise d'air vicié par en haut déjà conseillé par Péclet (1); dispositif qui consiste en un coffrage latéral au foyer (faisant pendant au coffrage récupérateur), prenant l'air du haut de la pièce, le conduisant en descendant derrière la grille du foyer où il s'échauffe et gagne enfin rapidement et régulièrement le tuyau central ordinaire de la cheminée.

Notre type de cheminée ainsi complété nous paraît remplir toutes les conditions d'hygiène et d'économie réclamées par les applications les plus compliquées.

Si nous considérons par exemple un des cas les plus difficiles: chauffage et ventilation d'un salon de réception, nous obtiendrons avec cette cheminée les effets suivants, qui sont reconnus nécessaires et qu'on ne peut obtenir des cheminées ordinaires.

Dans un salon de réception il faut d'abord chauffer la pièce au degré voulu avant l'arrivée des invités. Pour cela il n'est pas besoin de ventilation, il suffira donc d'abord de chauffer l'air de la pièce en le faisant circuler dans le coffrage récupérateur, la prise d'air extérieur étant en ce moment tenue fermée, l'échauffement sera rapide et économique.

Aussitôt l'arrivée des invités il faudra ouvrir la prise d'air et ventiler la pièce en fournissant un volume variable d'air pur à la température désirée fraîche ou chaude en passant par tous les degrés intermédiaires, et cela se fera d'une façon instantanée puisqu'il suffira d'un simple tour de clef donné à la soupape du tuyau de chauffe pour l'ouvrir à la chaleur du feu, ou le fermer en le maintenant froid.

Le registre d'air nouveau pouvant être plus ou moins ouvert, permet de

N. B. — Ce dispositif n'est pas indispensable partout, et le type plus simple à un seul coffrage nous paraît suffisant pour les applications ordinaires.

régler aussi instantanément le volume d'air pur introduit. On est donc complétement à même de pouvoir régler en deux secondes, la température et le volume de l'air nouveau entrant.

Le registre d'air vicié placé aussi à portée de la main peut régler, en un instant, le volume d'air vicié sortant à volonté par en bas pour échauffer la pièce, ou par en haut, en un instant, pour la rafraîchir, car il suffit pour cela d'abaisser le rideau ordinaire de la cheminée qui vient alors masquer complétement le feu en l'empêchant de rayonner dans la pièce, et d'ouvrir le registre d'air vicié pris au plafond.

On est donc toujours maître avec cette cheminée:

1° De chauffer la pièce sans ventilation, avec rapidité et économie;

2° De régler instantanément le volume et la température de l'air entrant;

3° De régler instantanément le volume et le sens d'extraction, par en haut ou par en bas, de l'air vicié.

Le tout s'obtient rapidement et sans même s'éloigner de la cheminée où toutes les clefs de réglement sont à la portée de la main. Nous avons donc la sincère conviction d'avoir réalisé par ce type de cheminée toutes les conditions imposées par les préceptes de l'hygiène.

D'un autre côté nous croyons avoir fait franchir un grand pas à la question économique, car des expériences précises portent l'effet utile de notre cheminée à près de 75 %, soit environ six fois l'utilisation des cheminées ordinaires chauffées à la houille, et plus de dix fois celles chauffées au bois.

POÊLES

Les poêles sont des appareils de chauffage à foyer clos, évitant ainsi le mélange de l'air froid avec les gaz de la combustion qui circulent à leur sortie du foyer dans une série de canaux verticaux ou horizontaux et s'y dépouillent de la plus grande partie de leur calorique grâce à la conductibilité des parois de ces canaux.

Il est clair que cette disposition de foyer clos évitant le mélange nuisible de l'air froid, donne un résultat maximum d'échauffement par rayonnement des surfaces de chauffe et par contact, car le volume d'air introduit sous la grille du foyer étant réduit au minimum nécessaire à la combustion complète, il en résulte que la température des gaz est portée au maximum, ce qui a pour effet d'augmenter considérablement l'effet des surfaces de chauffe ; et d'un autre côté il en résulte forcément aussi que la quantité de chaleur emportée et rejetée dans l'atmosphère par les gaz comburés, est réduite le plus possible puisque ce volume des gaz est lui-même un minima.

Les poêles sont donc des appareils de chauffage essentiellement économiques et à l'inverse de la cheminée ordinaire au bois qui n'utilise que 6 % environ, les poêles peuvent utiliser jusqu'à 94 % de la chaleur des combustibles.

On comprend donc leur emploi général dans les pays très-froids où la cheminée ordinaire ne pourrait suffire, car avec des froids vifs le tirage et la ventilation des cheminées ordinaires deviennent excessifs et la plus grande partie de la chaleur s'échappe avec les gaz de la combustion, qui disparaissent rapidement en causant par leur appel de violents courants d'air froid par toutes les fissures des portes et des fenêtres.

Le chauffage par la cheminée ordinaire étant on le voit intolérable dans les pays froids, on a dû songer depuis longtemps à le remplacer par des appareils plus efficaces et à foyer fermé, évitant ces courants d'air froid par les fissures.

Les poêles paraisssent être d'origine allemande, car les plus anciens se rencontrent dans les constructions allemandes de l'époque de la Renaissance.

Ces appareils nous semblent avoir été inspirés par l'hypocauste des Romains, dont on trouve des exemples dans tous les pays qu'ils ont occupés, et qui consistait en une série de canaux horizontaux placés sous le sol des pièces du rez-de-chaussée, qu'ils échauffaient ainsi facilement et régulièrement par la circulation des gaz provenant d'un fourneau à foyer fermé placé également au-dessous du sol.

Il était naturel d'employer ces appareils pour les appartements du rez-de-chaussée. Mais il était fort difficile de l'appliquer au chauffage des pièces des étages supérieurs. Il eût fallu des voûtes très-épaisses pour supporter et contenir tous ces conduits en maçonnerie et cela était peu praticable.

On dut alors, tout naturellement, songer à modifier la direction de ces canaux de chauffage, et au lieu de les faire onduler dans un plan horizontal on les établit le long d'un des murs de la pièce, en repliant le conduit dans un plan vertical plusieurs fois sur lui-même, on fit déboucher ce conduit dans une cheminée verticale par où la fumée put s'échapper, en produisant le tirage pendant la combustion, tirage qui fut réglé par une soupape à contrepoids permettant la fermeture complète de la cheminée aussitôt la combustion achevée, afin d'éviter le refroidissement du poêle par un courant d'air froid intense.

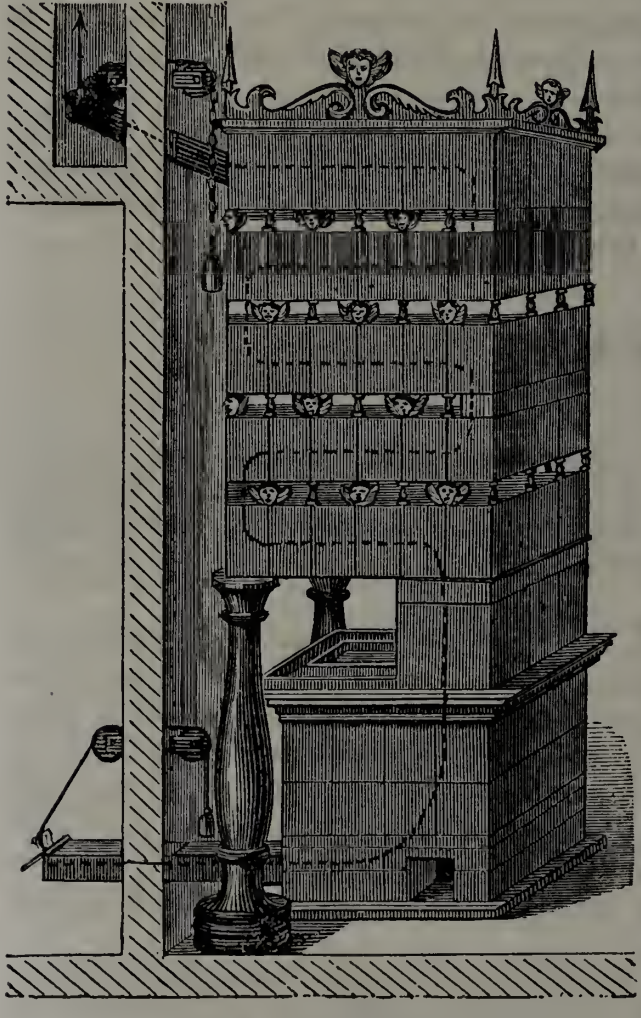


Fig. 8. — Poêle Kessler.

L'origine de ce conduit amenant l'air nécessaire à la combustion fut placée en dehors de la pièce, comme dans l'hypocauste des Romains, afin d'éviter dans celle-ci le rabattement de la fumée au moment de l'allumage, car le tirage d'un conduit de fumée plusieurs fois replié sur lui-même est difficile à établir et donne souvent lieu à une fumée gênante au moment de l'allumage.

Cette origine du conduit fut également munie d'une soupape à contrepoids réglant le tirage et pouvant aussi clore complètement l'origine du conduit pour en empêcher le refroidissement.

Enfin, cet appareil est muni d'un bassin d'eau dont l'évaporation s'oppose au dessèchement de l'air de la pièce.

Le poêle allemand était donc complètement trouvé; et c'est ainsi que l'Allemand Franz Kessler (fig. 8) le décrit dans un ouvrage paru à Francfort-sur-le-Mein, en 1519.

Les poêles Kessler sont encore employés dans tout le Nord de l'Europe, sous des formes différentes, circulations verticales ou horizontales, mais reposant toujours sur les mêmes principes. Ils présentent les avantages d'un chauffage économique et prolongé, car la masse de leur maçonnerie en s'échauffant à un

degré élevé emmagasine une grande quantité de chaleur pendant un chauffage énergique mais d'une durée assez courte.

Si on suppose la température du poêle égale à 200°, sa maçonnerie de briques retiendra 2,000 kig. $\times$ 0, cal. 20 $\times$ 200° = 80,000 calories par mètre cube. Or, il n'est pas rare de rencontrer dans le Nord, en Russie, en Suède, des poêles qui renferment plusieurs mètres cubes de maçonnerie, ils contiennent donc une provision de chaleur considérable, qui peut suffire à un chauffage continu et prolongé longtemps après l'extinction complète du feu dans l'appareil.

Poêles Métalliques. Poêles dits de faïence, pl. II.— Les poêles allemands ne sont pas employés en France et en Angleterre, pays où le froid est généralement peu rigoureux, et où la cheminée est généralement préférée. On y emploie cependant pour les antichambres et les salles à manger un appareil qui se rapproche du poêle allemand, en ce qu'il est formé d'une enveloppe de maçonnerie et de faïence qui peut retenir une assez grande quantité de chaleur permettant un chauffage prolongé.

Mais il diffère des poêles du Nord par son foyer et ses conduits de chauffe ordinairement construits en fonte comme on peut le voir pl. II.

Cette disposition loin d'être un progrès, offre au contraire de sérieux inconvénients, car la cloche en fonte et les conduits sont exposés à rougir avec un feu peu vif, et il peut en résulter, par un phénomène de diffusion, une introduction de gaz oxyde de carbone dans l'appartement. Cet appareil fort improprement appelé poêle de faïence n'est donc qu'un mauvais poêle de fonte dont l'usage aujourd'hui fort répandu doit être abandonné à cause de son insalubrité bien démontrée, ainsi qu'on le verra plus loin.

Poêles de fonte. — Les poêles de fonte sont beaucoup employés en France, en Angleterre, et en Belgique, pour le chauffage économique des logements d'ouvriers, des casernes, hôpitaux, ateliers, etc; ils y produisent un chauffage insalubre, car généralement mal construits ils atteignent souvent la température rouge et ils donnent alors lieu, comme les poêles précédents, à une introduction et une production par contact de gaz oxyde de carbone dont on connaît l'influence éminemment toxique, car nous avons déjà dit (chauffage direct) que la très-faible dose de $^1/_{1000}$ de ce gaz dans l'air suffit pour donner la mort; ils sont donc essentiellement dangereux.

La production d'oxyde de carbone par les poêles de fonte portés au rouge, ayant été énergiquement contestée nous croyons donc utile de l'établir par des preuves expérimentales irrécusables, dues à des savants illustres et complétement désintéressés dans la question commerciale et industrielle, puisqu'ils ne sont ni marchands, ni constructeurs d'appareils de chauffage.

Les premières expériences sont dues à MM. Sainte-Claire, Deville et Troost, (comptes-rendus de l'Académie des Sciences, janvier 1868.)

Une cloche en fonte de 0^m,015 d'épaisseur formant foyer avec tuyau d'échappement de fumée fut entourée d'une autre cloche en fonte, qui reposait dans des rainures ménagées à la base de la première. Les joints des cloches et des tuyaux furent lutés avec soin. Deux tubulures, ménagées à la cloche enveloppe mettaient l'intervalle des deux cloches en communication avec un appareil d'analyse des gaz qui pouvaient s'y introduire.

Les résultats des analyses de ces gaz ont établi le mélange de l'oxyde de carbone à l'air aspiré dans une proportion qui s'est élevée jusqu'a 0,00132. Ce qui constituait déjà un mélange fortement toxique puisqu'il était supérieur au millième, dose qui suffit pour causer la mort. Ces expériences déjà décisives ont

été continuées par le général Morin et Urbain, et par Claude Bernard et Gréhant.

Ces expérimentateurs, sur les conseils du regrettable Claude Bernard, ont fait respirer à des lapins, l'air ayant passé sur des surfaces de fonte portées au rouge sombre seulement. L'analyse du sang de ces lapins a nettement établi la présence de l'oxyde de carbone dans leur sang et la dimiuution de l'oxygène de ce même sang dont l'oxyde de carbone avait pris la place.

L'air respiré par ces lapins ne contenait cependant qu'une faible dose d'oxyde de carbone, 0,0014 seulement.

Ces expériences faites en présence et sous la direction d'un savant de la valeur de Claude Bernard nous paraissent tout à fait concluantes, car on sait que cet éminent physiologiste avait spécialement étudié à fond l'action de l'oxyde de carbone sur le sang, et que ses leçons sur l'asphyxie par la vapeur de charbon sont considérées comme un modèle de méthode et de science expérimentale. Nous terminerons donc l'étude de cette grave question d'hygiène en citant les lignes finales de ce savant travail (Leçons sur l'asphyxie par Claude Bernard, Paris 1875, p. 528).

« Pour compléter, au point de vue de l'hygiène, ce que nous avons dit précé-
« demment de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, nous reproduisons
« ici quelques-unes des conclusions d'un travail de M. le général Morin sur
« l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à atteindre la *température*
« *rouge*.

« Ce travail résume une série d'expériences entreprises pendant les années
« 1868 et 1869 au conservatoire des arts et métiers : il montre qu'il existe dans
« l'air qui a passé sur de la fonte ou sur du fer portés au rouge des proportions
« notables *d'oxyde de carbone;* pour le fer cette proportion n'est que le cin-
« quième de celle que l'on a observé avec la fonte.

« Relativement à l'influence de ces proportions d'oxyde de carbone sur les
« organismes vivants :

« Les effets que produit la présence dans l'air d'une certaine quantité d'oxyde
« de carbone, se manifestent à l'intérieur dès les premiers instants où l'animal
« y est soumis, et varient d'intensité avec les proportions du gaz toxique.

« A faible dose, on remarque d'abord un engourdissement, une sorte de
« pesanteur de la tête, qui vont en croissant et dégénèrent en une somnolence
« ou un laisser-aller général, l'appétit disparaît. A mesure que la proportion
« d'oxyde de carbone s'accroît, les mouvemements nerveux, la paralysie apparais-
« sent et l'anesthésie devient complète. Mais, comme nous l'avait aussi, dès l'ori-
« gine, indiqué M. Claude Bernard, ces symptômes produits, même par de
« fortes doses de gaz toxique, disparaissent promptement dès que les animaux
« sont soustraits à son action par leur exposition à l'air libre, et leur rétablisse-
« ment semble complet.

« Or, si les symptômes graves et caractéristiques qui se produisent quand un
« individu est exposé à l'action d'une atmosphère viciée par une proportion
« notable d'oxyde de carbone lui permettent de s'y soustaire et d'en éviter le
« danger par l'exposition immédiate à l'air libre, il n'en est plus de même quand,
« la proportion de gaz toxique étant très-faible, l'on ne sait à quelle cause
« attribuer le malaise indéfinissable que l'on éprouve et que par suite même
« de l'engourdissement, de la mauvaise disposition où l'on se trouve, on hésite à
« se déplacer et l'on reste exposé aux effets d'une intoxication lente.

« Aussi croyons-nous que c'est surtout par leur usage continu, par l'élévation
« momentanée mais trop souvent répétée de leur température, que les poêles
« en fonte et ceux en fer sont particulièrement dangereux dans les habitations
« de peu de capacité, contenant un trop grand nombre d'individus et dans

« lesquelles l'air n'est pas suffisamment renouvelé. Nous pensons que l'oxyde « de carbone, dont la présence a été constatée lorsqu'on s'est servi de poêles « en fonte, peut provenir de quatre origines différentes et parfois concourantes, « savoir :

« La perméabilité de la fonte pour ce gaz qui passerait de l'intérieur du foyer « à l'extérieur.

« L'action directe de l'oxygène de l'air sur le carbone de la fonte chauffée « au rouge.

« La décomposition de l'acide carbonique contenu dans l'air, par son contact « avec le métal chauffé au rouge.

« L'influence des poussières organiques naturellement contenues dans l'air. »

Après l'exposé de ces savantes recherches et des conclusions d'un savant aussi compétent que le professeur Claude Bernard, il parait inutile de citer les *opinions* de beaucoup de gens qui n'ont fait à ce sujet aucune expérience, et encore moins les objections intéressées des constructeurs d'appareils de chauffage.

Nous croyons au contraire que ces constructeurs auraient beaucoup mieux à faire que de discuter l'évidence même ; ce serait tout simplement de trouver le moyen d'empêcher la fonte de leurs appareils de rougir, même au rouge sombre, puisque c'est à ce rouge naissant qu'on a constaté la production de l'oxyde de carbone.

Un certain nombre de constructeurs intelligents sont largement entrés dans cette voie rationnelle, et ils ont obtenu des résultats fort encourageants dont nous parlerons plus loin.

Avant de décrire leurs appareils ils nous faut signaler deux tentatives faites pour supprimer radicalement l'introduction d'oxyde de carbone par la fonte.

On a d'abord songé à remplacer ce métal par le fer qui est bien moins perméable à l'oxyde de carbone ; mais on a bientôt reconnu à la suite des expériences de Payen, que le fer porté au rouge décompose l'acide carbonique de l'air normal ou vicié, s'empare d'une partie de son oxygène, et transforme ainsi l'acide carbonique en oxyde de carbone. Il a donc fallu renoncer à cet expédient après constatation de ces effets.

La seconde tentative, qui a mieux réussi, consiste à remplacer la fonte par la terre cuite.

Un ingénieur constructeur, le professeur E. Muller a, en effet, construit des poêles céramiques dont les bons effets hygiéniques ont été constatés par des expériences faites aux Arts et Métiers sous la direction du général Morin.

Nous en donnons planche II, un modèle, exposé en 1878, qui a le précieux avantage d'opérer la ventilation de la pièce, en y introduisant de l'air pur non mélangé de gaz toxiques et en extrayant l'air vicié au moyen d'une gaîne enveloppant le tuyau à fumée dont la chaleur assure l'efficacité du tirage de la gaîne d'air vicié.

Poêle de Vendeuvre, pl. II. — Le poêle de Vendeuvre, à combustion prolongée, nous paraît bien combiné.

Le combustible contenu dans une colonne spéciale exposée au contact de l'air de la pièce ne peut pas distiller, et si cet effet se produisait exceptionnellement par un feu trop vif, la disposition du haut de la colonne qui débouche dans le tuyau à fumée s'opposerait complétement à l'introduction des gaz toxiques dans la pièce. Enfin, cette colonne n'est plus exposée à rougir et à se détruire rapidement, comme dans certains poêles à colonnes internes, et de plus elle devient surface de chauffe, ce qui augmente l'effet du poêle.

La disposition en V, de sa grille, permet de se débarrasser des mâchefers sans

démonter le feu et elle assure un libre accès à l'air comburant et évite la production de l'oxyde de carbone.

Enfin, une disposition spéciale assure l'évacuation de l'air vicié de la pièce par une gaîne renfermant le tuyau à fumée. Tous ces détails bien compris font du poêle de Vendeuvre un appareil qui nous paraît d'un bon emploi et dont l'usage peut être recommandé.

Poêles calorifères. — Nous désignerons sous ce nom tous les poêles à grandes surfaces de chauffe, qui peuvent être placés dans les pièces à chauffer, ou dans une chambre d'air chaud formant réservoir distributeur de chaleur pour pusieurs pièces et au besoin pour toute une habitation.

Nous décrirons plus loin les calorifères de cave, à air chaud, qui ne peuvent être placés dans les pièces, et nous étudierons en même temps les dispositions spéciales à employer pour distribuer l'air chaud dans les différentes pièces à chauffer.

Nous ne parlerons donc point de cette distribution en décrivant les poêles calorifères, afin d'éviter d'inutiles répétitions.

Poêles calorifères, Gurney, pl. II. — Un ingénieur anglais, Gurney, dans le but d'abaisser la température de la fonte tout en augmentant sa surface de contact (car il faut bien se rappeler que l'air ne s'échauffe guère que par contact) a imaginé de garnir les poêles de fonte d'ailettes verticales en saillie sur la surface extérieure de ses appareils, ce principe qui parait dû à l'ingénieur anglais Sylvester, réussit en effet à diminuer la température des parois en fonte, mais il n'est pas suffisant pour les empêcher de rougir; aussi Gurney y a joint un autre dispositif beaucoup plus énergique, qui consiste à faire plonger la partie inférieure des ailettes verticales dans une rigole annulaire remplie d'eau; l'énergique refroidissement causé par l'évaporation de cette eau, abaisse fortement la température de ces ailettes et de la paroi qui les supporte, mais cette disposition ingénieuse à le grand inconvénient d'introduire dans les pièces une grande masse de vapeur d'eau qui vient se condenser sur les vitres et les murailles en causant une humidité intolérable.

On voit donc que le système Gurney n'est guère praticable que par des temps très-secs et qu'il est complétement insuffisant pendant les jours humides si fréquents à Paris.

Car pour éviter l'humidité on ne met plus d'eau dans la rigole ce qui donne lieu comme avec les anciens poêles à une production d'oxyde de carbone.

Nous pensons donc que l'usage des poêles Gurney doit être abandonné dans les contrées humides.

Poêle calorifère, Cuau aîné (exposé en 1878), pl. II. — Le poêle Cuau, ingénieur constructeur, à Paris, nous paraît beaucoup mieux compris; il est armé d'ailettes creuses dont l'action refroidissante est fort énergique car elles sont nombreuses et rapprochées. Elles sont d'une plus grande solidité car elles s'épaulent mutuellement en formant un triangle de grande résistance.

Un garnissage intérieur en terre réfractaire préserve la partie inférieure du poêle contre l'action trop violente du feu et l'empêche de rougir.

Un bassin annulaire placé au bas de l'appareil permet, pour les temps secs d'introduire une humidité suffisante. Mais les ailettes ne trempent point dans ce bassin comme dans le poêle Gurney, il en résulte qu'elles ne peuvent être cassées par le contact de l'eau froide, ce qui arrive souvent avec le poêle Gurney.

Enfin la dilatation des différents anneaux composant le poêle étant complétement libre, aucune rupture ne s'y produit.

Par toutes ces raisons, nous croyons le poêle calorifère Cuau susceptible de nombreuses applications.

Poêle calorifère français; *Geneste et Herscher*, ingénieurs-constructeurs, à Paris. — Cet ingénieux appareil est composé d'un foyer garni de terre réfractaire

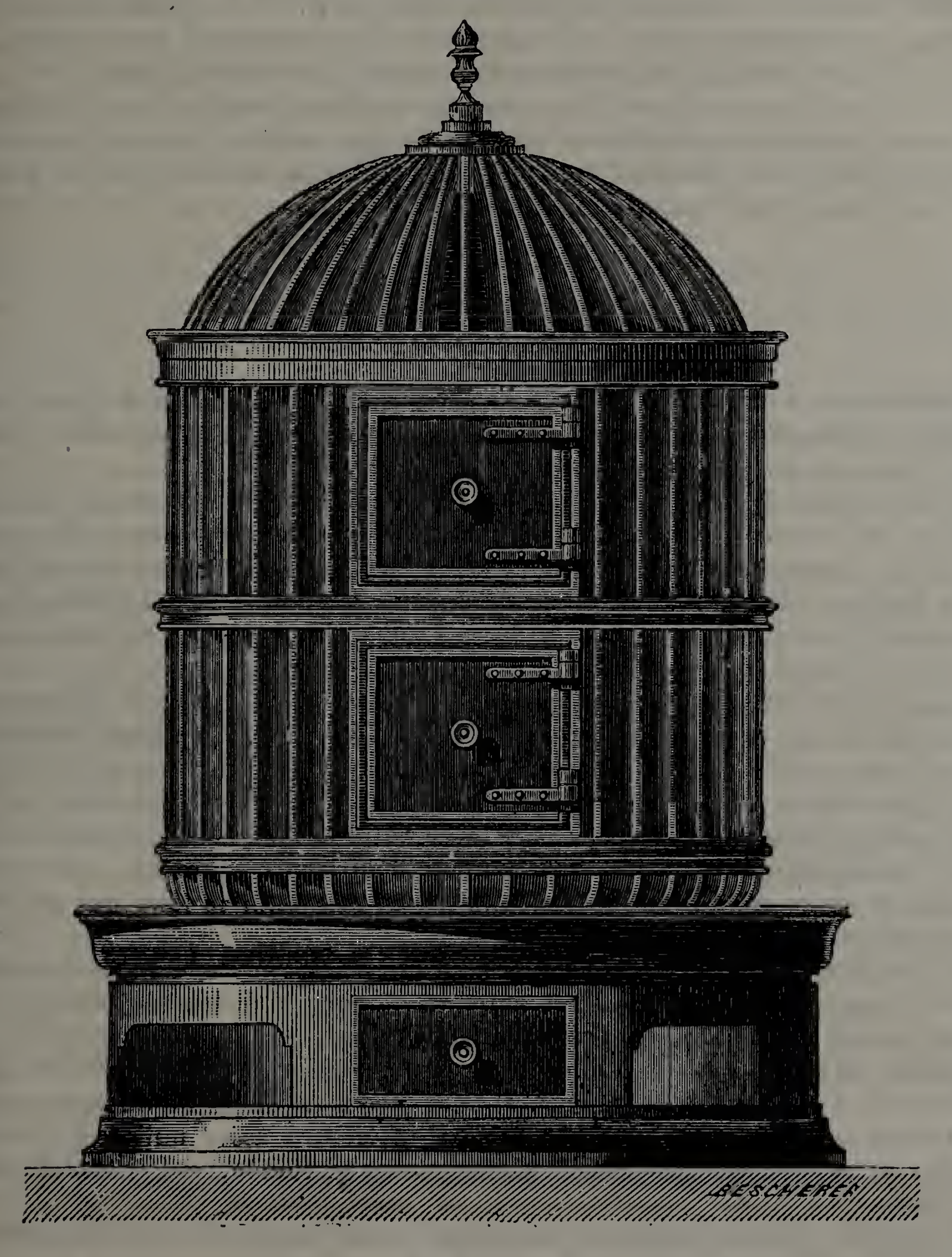


Fig. 9.

assurant sa durée et empêchant la fonte de rougir au voisinage du feu. Ce foyer repose sur un socle formant cendrier, portant un vase annulaire qu'on peut emplir d'eau dans les temps secs, afin d'humidifier l'air au point convenable.

Le foyer est surmonté de plusieurs bagues annulaires en fonte, à dilatation libre.

Ces bagues sont munies de nervures verticales extérieures venues de fonte avec leur paroi cylindrique, et présentent ainsi une surface de chauffe entièrement

verticale, à l'abri des ruptures puisque la dilatation de tout l'appareil est complétement libre et que les ailettes ne trempent pas dans l'eau; les bagues pourraient du reste en cas d'accident être facilement remplacées puisqu'elles sont simplement superposées. Par toutes ces raisons pratiques le calorifère français nous paraît donc mériter la faveur dont il est l'objet depuis quelques années.

Poêle calorifère, Musgrave (exposé en 1878), pl. II. — Le poêle Musgrave, de Belfast, à combustion lente, est également armé d'ailettes nombreuses; il a donné de bons résultats au concours de l'exposition de 1867 à Paris.

La maison Musgrave possède une grande variété de modèles simples et riches qui nous paraissent répondre aux emplois les plus variés et les plus somptueux; quelques-uns de ces modèles fort élégants sont richement émaillés et peuvent être introduits dans les appartements les plus luxeux.

CALORIFÈRES A AIR CHAUD.

Calorifères à air chaud. — Les calorifères à air chaud sont des appareils destinés a échauffer l'air pur introduit de l'extérieur et à le distribuer ensuite dans toutes les parties des édifices.

Les calorifères à air ont une origine fort ancienne, ils paraissent avoir été connus des romains, car certains hypocaustes antiques contiennent des tuyaux destinés à porter l'air chaud à une certaine distance du fourneau et à des pièces assez éloignées de l'hypocauste. Le général Morin a publié dans les mémoires de l'Académie des sciences, 1874; un travail sur ce sujet, nous en extrayons les passages suivants, voir pl. II.

« La destination principale d'une grande partie des tuyaux de l'hypocauste ne me paraît pas avoir été de concourir au chauffage par la simple circulation de la fumée, mais bien à la salubrité des salles par le renouvellement de l'air, et à la limitation de la température, par l'introduction d'un certain volume d'air nouveau pris à l'extérieur, et modérément chauffé par sa circulation dans leurs branchements disposés, soit au-dessus du foyer lui-même, soit dans le premier passage de la fumée, voisin du foyer, soit enfin le long des parois de l'hypocauste.

Je ferai d'abord remarquer que la partie inférieure verticale de ces tuyaux ne pouvait, comme le disent quelques auteurs, plonger et déboucher dans l'hypocauste rempli de fumée, puisqu'alors ils auraient, par les orifices qu'ils présentaient, introduit dans les salles cette fumée, qui en aurait rendu le séjour intolérable. Il est d'ailleurs facile de reconnaître à l'examen de quelques-uns de ces tuyaux en terre cuite, dont la surface intérieure assez unie, est très-bien conservée, qu'ils n'ont pas donné passage à de la fumée, qui y aurait laissé des traces.

L'air qu'ils étaient destinés à introduire venait donc de l'extérieur, et l'on comprendra aisément comment il pouvait être modérément chauffé avant son débouché dans les salles.

A l'hypocauste de la carrière du roi, (forêt de Compiègne) un certain nombre de ces tuyaux, sans ouvertures latérales, ont été trouvés dans le premier passage de fumée, et devaient être placés à la partie supérieure en une ou plusieurs couches horizontales, ou même au-dessus du foyer pour recevoir directement l'action de la flamme. Il pouvaient d'un côté communiquer avec l'air extérieur, au-delà du foyer, dont ils formaient la couverture ou la voûte, et l'autre, avec

d'autres tuyaux horizontaux et verticaux; ces derniers, par leurs extrémités supérieures ouvertes et par leurs orifices latéraux, distribuaient à l'intérieur l'air nouveau et pur, modérément chauffé, tant au pourtour du sol que sur les parties élevées des salles, » et plus loin: « ces tuyaux, de $0^m,32$ de longueur, qu'on scellait les uns sur les autres pour donner au conduit la longueur nécessaire, étaient donc disposés de manière à assurer l'introduction de l'air en veines minces parallèles aux murs, sans que cette affluence put être incommode aux personnes.

Ici, encore nous trouvons pratiquées, il y a des siècles, par les romains, les règles auxquelles la théorie et l'expérience nous ont conduits.

Un passage de Sénèque le philosophe nous apprend que ces hypocaustes à circulation d'air chaud étaient en usage dans les habitations:

« De mon temps on a fait des découvertes du même genre. Comme des tubes logés dans l'épaisseur des murs, pour diriger et répartir également dans la maison une chaleur douce et égale. »

Nous devons donc constater que les calorifères à air chaud ont une origine Romaine. On sait d'ailleurs que l'hypocauste était employé en Chine dès la plus haute antiquité et qu'il y est encore en usage de nos jours.

L'origine primitive de l'appareil qui a donné naissance au calorifère remonte donc à une époque extrêmement reculée.

Nous devons cependant constater que l'hypocauste chauffant le sol des pièces est un assez mauvais appareil au point de vue économique, car une grande partie de la chaleur des conduits de fumée se perd inutilement dans la terre, dont le pouvoir conducteur est souvent considérable.

Une expérience tentée récemment (1) pour comparer l'effet du chauffage au moyen d'un pavement chauffé, avec l'effet d'une cheminée ventilatrice, a démontré qu'avec le pavement chauffé, la salle se maintenait à une température d'environ 18° degrés au-dessus de la température extérieure, avec une consommation de 28 kil. de houille et de 56 kil. de coke; tandis que la cheminée ventilatrice ne consommait que $37^k,5$ de houille; c'est-à-dire que le pavement se chauffait au prix de $4^f,15$, alors que la cheminée ventilatrice n'exigeait qu'une dépense de $1^f,65$. Le chauffage par le sol étant on le voit fort cher, nous paraît peu praticable et nous pensons que pour les serres de jardin, en particulier, où on l'emploie trop souvent, il vaudrait mieux le remplacer par un thermosyphon.

Les perfectionnements importants apportés aux hypocaustes par les romains restèrent cependant longtemps inappliqués, et il nous faut arriver jusqu'à la fin du dix-huitième siècle pour rencontrer une application du calorifère à air chaud, qui fut faite en Angleterre par Strutt, en 1792, dans ses manufactures de coton, et à l'hôpital de Derby. Cet appareil assez compliqué paraît avoir donné d'assez bons résultats. En France Désarnod a construit ses calorifères à cloche dans les premières années du XIXe siècle.

Calorifère de Chabannes, pl. II. — A la fin de l'empire, un français réfugié à Londres, le marquis de Chabannes, inventa un excellent calorifère à surfaces de chauffe tubulaires verticales, très-développées. Cet ingénieux appareil réalisait déjà un progrès considérable dont on cherche en vain la trace dans presque tous nos calorifères modernes. Nous voulons signaler l'importante disposition qui permet l'indépendance de toutes les bouches de chaleur; indépendance souvent indispensable pour une bonne et régulière distribution de l'air chaud dans toutes les pièces et aux différents étages des habitations.

(1) Congrès d'hygiène de Bruxelles, tome I. p. 429, 1876.

On doit avoir remarqué que le tirage des cheminées des pièces du rez-de-chaussée est beaucoup plus fort que celui des cheminées des étages élevés. Donc si dans une pièce des étages inférieurs il y a un feu vif dans la cheminée, cette cheminée attirera la plus grande partie de l'air chaud fourni par le calorifère; cet effet de tirage pourra même être assez énergique pour attirer l'air froid des pièces supérieures et le faire descendre par les conduits du calorifère.

L'effet inverse pourra se produire si on ne fait pas de feu au rez-de-chaussée car les colonnes d'air chaud du calorifère ont un plus grand tirage quand elles desservent les étages supérieurs, puisque leur hauteur est plus grande.

Tous ces fâcheux effets sont sûrement évités avec la disposition de Chabannes, qui isole chaque conduit d'air chaud, et empêche ainsi toute communication d'une pièce à l'autre.

Nous devons donc nous étonner de ne pas voir cet excellent principe appliqué plus souvent par nos intelligents constructeurs. Enfin, le calorifère de Chabannes était muni d'une cône en fonte qu'on pouvait emplir de combustible pour longtemps, c'était donc déjà un assez bon modèle de calorifère à alimentation continue, disposition qu'on a cru réinventer récemment et qui nous paraît devoir être attribuée au marquis de Chabannes.

Calorifères modernes. — Avant de décrire les calorifères à air chaud modernes, il nous paraît utile d'exposer les conditions principales de leur construction, afin qu'on puisse apprécier les avantages et les inconvénients de ceux que nous décrirons.

Dans un calorifère à air chaud il y a deux fonctions bien distinctes à étudier: la première consiste dans la production de la chaleur et la circulation méthodique de la fumée; la seconde comprend la prise d'air pur, son échauffement rationnel, et enfin sa distribution régulière aux différentes pièces à chauffer.

Étudions d'abord la première fonction: production et circulation des gaz chauds comburés. Il est important que le foyer des calorifères offre une grande capacité, et une grande surface de *coup de feu*, car sa surface étant plus étendue atteindra moins facilement la température rouge, la production d'oxyde de carbone pourrait ainsi être évitée, et la plus importante des conditions de salubrité sera satisfaite.

Nous croyons devoir encore insister fortement ici sur les dangers d'empoisonnement du sang, et de l'asphyxie qui peut en résulter, quand on emploie des poêles de fonte ou des calorifères métalliques portés au rouge.

Nous citerons donc encore les résultats d'expériences toutes récentes (Académie des sciences 8 avril 1878) dues au docteur Gréhant, ancien élève et préparateur de Claude Bernard, et auteur de nombreux travaux sur la respiration et la physique médicale.

Ce savant a récemment constaté que des animaux forcés de respirer dans une atmosphère renfermant la faible dose de $^1/_{779}$ d'oxyde de carbone, et pendant une *demi-heure* seulement, ont la *moitié* de leur globules sanguins tués par ce redoutable gaz, qui mérite bien, comme on voit, d'être classé au nombre des plus toxiques que l'on connaisse, car à la très-faible dose de $^1/_{1449}$ il y a encore $^1/_4$ des globules tués, en une *demi-heure*.

Le foyer des calorifères ne doit donc jamais être exposé à rougir, même au rouge sombre, il faut lui donner une grande capacité, l'armer de nervures intérieures et extérieures, le garnir d'une couronne en terre réfractaire à la hauteur du feu, et donner peu de hauteur à la charge de combustible ce qui évite la perte de chaleur par combustion incomplète.

La fumée doit ensuite monter verticalement dans la colonne centrale jusqu'à la hauteur du plafond de la cave ou du sous-sol renfermant le calorifère. Cette

disposition a pour but d'assurer le tirage et la combustion complète, qui doit être effectuée avant le refroidissement de la fumée.

C'est donc seulement à partir du point supérieur de la colonne centrale de combustion et de tirage qu'on peut diviser la fumée pour la faire redescendre, en la ramifiant, dans plusieurs conduits à large surface extérieure. C'est là un point fort important et sur lequel nous insisterons, car quelques constructeurs ont le tort grave de faire partir leurs circulations en montant et en partant même de la base du foyer; il arrive toujours alors que la fumée ne suit qu'une seule de ces circulations, parce qu'elle y trouve une résistance moindre. Les autres circuits restent donc relativement froids et leurs surfaces de chauffe ne servent absolument à rien.

Ce fâcheux résultat est, au contraire, complétement impossible quand la division en rameaux se produit au haut de la colonne, car en ce point les courants de fumée sont descendants et leur vitesse de chute est proportionnelle à la densité de la fumée, c'est-à-dire à son refroidissement; tandis que dans la division en courants montants la vitesse de la fumée est proportionnelle à sa température.

Il en résulte que si un des rameaux montants se refroidit plus que les autres par l'action plus rapide de l'air pur, le tirage, dans ce rameau, diminuera rapidement et pourra bientôt y devenir nul, puisque le courant rapide d'air pur étant moins échauffé tendra de plus en plus à refroidir complétement ce rameau. Dans le cas contraire, rameaux descendants, un refroidissement ne pouvant qu'activer la vitesse de la fumée, s'il s'en produit il y aura compensation et la surface totale du calorifère continuera donc toujours de travailler utilement dans toute son étendue. Il faut donc faire partir les rameaux du haut de la colonne de combustion et leur donner immédiatament une direction descendante; c'est aussi en haut de cette colonne qu'on branche une communication directe avec la cheminée, afin d'échauffer celle-ci au moment de l'allumage, pour éviter le refroidissement de la fumée dans les rameaux; cette communication directe est ensuite soigneusement fermée au moyen d'une valve bien ajustée, car une fois le tirage obtenu, toute la chaleur qui passerait par cette ouverture directe serait perdue pour l'échauffement de l'air pur.

Les diverses conduites formant surfaces de chauffe des rameaux doivent présenter des formes simples, faciles à nettoyer et à démonter.

La fumée doit circuler à leur intérieur, et l'air pur à l'extérieur; on évite ainsi les pertes par échauffement de l'enveloppe extérieure du calorifère, et la surface de chauffe de l'air s'en trouve augmentée, ce qui est désirable, car on sait que l'air s'échauffe surtout par contact direct et qu'il s'échauffe très-peu par rayonnement, surtout quand il est bien sec. Les rameaux doivent descendre le plus bas possible avant de déboucher dans la cheminée; on obtient ainsi un refroidissement presque complet de la fumée et un chauffage méthodique de l'air pur, qui, dans son ascension, rencontre des surfaces de plus en plus chaudes.

On donne ordinairement à ces surfaces totales de chauffe une surface développée de 2 mètres carrés, par kilogramme de houille à brûler par heure, quand elles sont métalliques. Pour les surfaces céramiques on porte cette superficie jusqu'à 10^{m2} par kilogramme de houille.

Il est bon d'avoir une porte de cendrier bien ajustée pour pouvoir, après l'extinction du feu, empêcher tout passage d'air froid dans les conduits de fumée, enfin il est nécessaire que la cheminée à fumée soit construite en maçonnerie pour assurer le tirage quand le feu est modéré. Construite en métal elle donnerait lieu à d'abondantes condensations, et à un refroidissement trop fort qui pourrait ainsi nuire au tirage.

Étudions maintenant la circulation de l'air pur: la prise d'air extérieur doit

être placée dans un endroit bien aéré et loin des émanations gênantes ou nuisibles. On doit bien se garder d'opérer cette prise d'air directement dans la cave du calorifère, afin d'éviter les poussières et la fumée qui sont souvent produites pendant l'allumage et le chargement du foyer; poussières et fumées qui s'introduiraient rapidement dans toutes les pièces. Les caves sont rarement bien saines et l'odeur de moisi et d'humidité qu'elles exhalent presque toutes, pourrait aussi pénétrer dans les appartements.

Enfin, il faut considérer que les conduits d'air pur établissent de véritables communications acoustiques, surtout quand ils ne sont pas chauffés, et il est parfois utile de placer leur extrémité inférieure dans un endroit inaccessible et d'éviter ainsi les curiosités indiscrètes des gens de service.

Les passages d'air, dans le calorifère, doivent être larges, afin de permettre l'échauffement rapide d'un grand volume d'air à une température moyenne; ce qui est plus salubre qu'un petit volume d'air pur chauffé à une trop haute température. Il est indispensable de pouvoir facilement nettoyer les surfaces de chauffe léchées par l'air pur, afin d'éviter l'odeur de brûlé causée par la combustion lente ou la distillation des poussières et corpuscules organiques qui viennent se déposer sur ces surfaces pendant les interruptions du chauffage.

Les surfaces de chauffe verticales offrent sous ce rapport plusieurs avantages, les dépôts de poussière s'y produisent plus difficilement et leur nettoyage extérieur est généralement plus commode. On doit cependant les nettoyer fréquemment et des regards spéciaux doivent être établis dans ce but à tous les calorifères.

Il est également indispensable de placer un vase d'eau dans le bas de la chambre du calorifère, pour humidifier l'air chaud, pendant les temps secs seulement, et non par les temps humides comme on le fait trop souvent.

Un hygromètre placé dans les pièces à chauffer doit être fréquemment consulté pour pouvoir régler la quantité d'humidité à fournir à l'air chaud.

Le haut de la chambre du calorifère doit former un réservoir d'air chaud assez vaste pour empêcher les appels d'une conduite d'air sur les autres.

Il est même parfois nécessaire de diviser la chambre du calorifère en autant de compartiments qu'il y a de pièces à chauffer, pour éviter les appels d'air d'une pièce à l'autre.

Chacune des conduites d'air doit être munie, à son départ du réservoir d'air, d'une soupape réglant son tirage et permettant sa fermeture complète.

Les conduites d'air chaud doivent toujours avoir une large section; il faut leur donner aussi une direction ascendante; elles doivent être bien garanties contre les pertes de chaleur, enfin il serait fort utile de ménager à leur angles, qui doivent être rares, des tampons permettant le nettoyage fréquent de leurs parois internes, qui se recouvrent, pendant l'été, de poussières, moisissures et toiles d'araignées; ces toiles d'araignées ont souvent une influence considérable sur le débit des bouches qu'elles peuvent rendre presque nul; il est donc indispensable de se ménager les moyens de les faire disparaître.

A son arrivée dans les pièces à chauffer la conduite d'air chaud doit être munie d'une soupape de réglage et d'arrêt, enfin elle devrait presque toujours déboucher dans une conduite plus large munie d'une prise directe d'air frais et d'une soupape, le tout formant chambre de mélange d'air chaud et frais.

Cette disposition, peu employée en France, offre le précieux avantage de rendre la ventilation des pièces indépendante du chauffage, qui peut être modéré sans diminuer la quantité totale d'air introduit, puisqu'on peut remplacer une partie de l'air chaud par de l'air plus ou moins frais.

Il faudrait faire déboucher cette conduite de mélange vers le plafond de la pièce pour augmenter la vitesse de l'air introduit et pour renouveler méthodi-

quement l'air de l'appartement, dont l'extraction est ordinairement opérée par une cheminée ordinaire dont on laisse le rideau soulevé. Le débouché de cette conduite de mélange pourrait être muni d'un anémoscope, permettant de juger à tout instant la vitesse d'introduction du mélange d'air et facilitant le dosage de ce mélange.

Nous donnons ci-contre un dessin de cette utile conduite de mélange et de ses accessoires, fig. 10.

Il est enfin nécessaire de ménager dans chaque pièce à chauffer un moyen d'appel attirant l'air du calorifère et évacuant l'air vicié de la pièce.

Une cheminée ordinaire, même sans feu, peut remplir cet office ; quand il n'en existe pas dans la pièce il faut avoir soin de poser quelques conduits d'extraction débouchant le plus haut possible afin d'augmenter leur tirage. En établissant ces conduits d'extraction il serait bon de ménager outre leurs ouvertures au niveau du parquet, d'autres orifices de prise d'air vicié, au niveau du plafond, permettant son extraction à cette hauteur quand cela deviendrait nécessaire.

Après l'exposé de ces principes généraux communs à tous les calorifères, nous pouvons maintenant décrire rapidement les principaux calorifères en usage, puisque nous sommes désormais à même d'apprécier leurs qualités et leurs défauts.

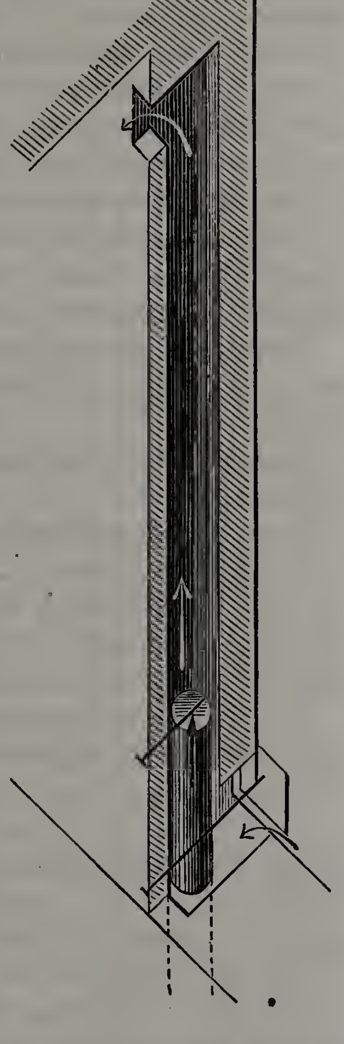


Fig. 10. — Conduite d'air mélangé.

Calorifère Péclet, pl. III. — Péclet donne la description suivante de cet appareil qu'il considérait comme supérieur à tous ceux connus. « Il est composé d'une cloche placée au-dessus du foyer et surmontée d'un tuyau qui communique par sa partie supérieure et au moyen de quatre tuyaux horizontaux, avec une double enveloppe cylindrique verticale, au bas de laquelle se trouve un autre tuyau communiquant avec la cheminée ; entre cette double enveloppe et le tuyau d'ascension de l'air brûlé, se trouve un cylindre de tôle vertical, ouvert par en haut et par en bas. L'air brûlé s'élève d'abord dans le tuyau central et descend ensuite dans la double enveloppe annulaire, en se répandant en couches isothermes dans l'intervalle des deux cylindres. L'air chaud pur s'élève simultanément autour du tuyau et de l'enveloppe annulaire ; il est échauffé par son contact avec les surfaces rencontrées par l'air brûlé, par le cylindre de tôle intérieur et par la surface de la maçonnerie échauffés par rayonnement. Le tuyau central et la double enveloppe peuvent être nettoyés, en enlevant le cône qui reçoit l'air chaud pur, et ensuite les couvercles des deux conduits de fumée. »

Le calorifère Péclet, bien combiné pour l'époque où il fut inventé, serait aujourd'hui susceptible d'améliorations nombreuses : foyer et surfaces de coup de feu plus étendus, tampons de nettoyage plus facilement accessibles, etc. ; perfectionnements qu'on trouve maintenant appliqués dans la plupart des bons calorifères.

La disposition générale du calorifère Péclet paraît cependant recommandable et mérite d'être reproduite ici comme un type historique digne d'être étudié et perfectionné.

Calorifère Geneste et Herscher, *exposé en 1878.* — Ce calorifère visiblement inspiré par celui de Péclet, nous paraît cependant préférable à l'appareil de ce savant professeur; il se compose d'un foyer en fonte, garni à l'intérieur de briques réfractaires, pour assurer la durée du foyer et l'empêcher de rougir; ce foyer est surmonté de couronnes cylindriques garnies de nervures et se termine par une coupole nervée; de chaque côté du cendrier se trouve un vase long maintenu plein d'eau.

La fumée, après avoir monté dans la colonne centrale, passe par un tuyau coudé qui la conduit dans l'appareil demi-cylindrique en tôle placé en arrière; la fumée s'échappe enfin par le bas de ce demi-cylindre dans un tuyau ordinaire de cheminée.

L'air pur afflue, par une ou plusieurs prises d'air, à la base de l'appareil et il monte rapidement en rencontrant des surfaces de plus en plus chaudes, ce qui constitue un bon procédé d'échauffement méthodique.

Des tampons placés sur le devant rendent son nettoyage facile et efficace.

Une vaste chambre d'air chaud atténue les inconvénients du tirage d'une pièce sur l'autre, les bouches d'air sont munies de clefs de réglement pouvant également concourir à empêcher ces graves défauts des calorifères ordinaires.

Enfin, cet appareil fort bien combiné nous semble présenter de nombreux avantages et on doit le considérer comme un bon appareil de chauffage.

Calorifère Cuau aîné, pl. III. — Cet appareil nous paraît pouvoir être présenté comme un excellent modèle, réalisant par ses dispositions ingénieuses les conditions principales théoriques et pratiques posées en tête de ce chapitre:

Le foyer est vaste, sa garniture en terre réfractaire, ses nombreuses et solides ailettes et sa grande surface de coup de feu concourent à empêcher la fonte de rougir, ce qui assure d'abord la salubrité de l'air pur qui s'y échauffe; une cuvette d'eau disposée à la base, l'empêche d'ailleurs de se dessécher.

Le tirage vertical procure une combustion active et complète; ce tirage est d'ailleurs parfaitement assuré au moment de l'allumage par une communication directe, (dite pompe d'appel), avec la cheminée.

La division de la fumée en haut de la colonne centrale assure son égale répartition dans les rameaux descendants, dont la surface totale se trouve ainsi utilisée au maximum. La grande longueur des conduits parcourus par la fumée et leur grande surface de chauffe encore augmentée par de nombreuses ailettes, assurent un refroidissement presque complet de la fumée, c'est-à-dire l'utilisation presque totale de la chaleur qu'elle détenait. La disposition verticale des surfaces de chauffe empêche les dépôts de poussières de donner à l'air pur une odeur de brûlé.

Enfin, chacun des nombreux tuyaux de chauffe verticaux pouvant être isolé et enveloppé d'une gaîne en tôle, il devient facile de diviser la chambre d'air en compartiments distincts et spéciaux pour chaque bouche d'air pur chaud; ce qui permet l'indépendance du chauffage pour chaque pièce de l'édifice à chauffer.

Cet air pur marchant en sens inverse de la fumée s'échauffe méthodiquement en utilisant au mieux possible la chaleur de la fumée, les larges passages de l'air pur ne lui permettent pas de s'échauffer à une trop haute température.

Les résultats *pratiques* obtenus par cet excellent appareil nous paraissent devoir être cités: ainsi, on a constaté officiellement, au Ministère des finances, pendant le grand coup de froid du 21 décembre 1877, que par une température extérieure de — 20° on a pu facilement maintenir une température de + 20°, dans les bureaux qui occupaient à cette époque le Palais de l'industrie, dont les parois extérieures sont presqu'entièrement vitrées. On faisait ainsi équilibre, avec

cet appareil, à une différence de température de 40°, ce qui pour un local vitré, doit être considéré comme un résultat tout à fait exceptionnel, et nous dispense d'insister plus longuement sur les qualités de cet excellent calorifère.

Calorifère Nicora, pl. III *exposé en 1878.* — Ce calorifère nous paraît bien conçu et surtout fort bien exécuté. Le foyer est en *fer laminé*, et il présente une surface considérable de *coup de feu*, ce qui contribue doublement à écarter la diffusion de l'oxyde de carbone dans l'air pur à chauffer.

La grande surface des tuyaux de chauffe verticaux assure l'utilisation rationnelle de la chaleur de la fumée. Enfin, cette disposition de tuyaux verticaux isolés permettrait, au besoin, de diviser la chambre d'air chaud pour assurer l'indépendance de bouches de chaleur. Ce calorifère d'une exécution très-soignée et dont toutes les parties sont à dilatation libre, présente cependant un défaut, car la division de la fumée en deux courants séparés a lieu en montant, quand au contraire il est *absolument nécessaire* que cette division se fasse au point le plus haut de la cloche. Il peut en résulter, ainsi que nous l'avons dit plus haut, qu'un côté du calorifère ne reçoive aucune portion de la chaleur de la fumée, ce qui réduirait de beaucoup l'effet utile de l'appareil. Il serait du reste très-facile de faire disparaître ce défaut, en divisant par une feuille de tôle verticale le premier conduit vertical du départ de fumée.

Calorifère Gurney, pl. III *exposé en 1878.* — Cet appareil offre une grande analogie avec le poêle calorifère du même constructeur, il est également armé d'ailettes verticales dont l'extrémité inférieure trempe forcément dans l'eau, ce qui donne une humidité excessive dans les pièces chauflées, par la condensation de la vapeur sur les vitres et murailles. Ces ailettes se cassent aussi très-facilement quand on introduit de l'eau dans la rigole où elles plongent.

Enfin, le départ du tuyau de fumée nous paraît très-mal placé, puisqu'il occupe le haut de l'appareil et qu'il permet ainsi à la fumée de s'échapper directement sans avoir échauffé par contact les parois inférieures du calorifère.

Nous pensons donc que cet appareil devrait être considérablement modifié et que, sous sa forme actuelle, on n'en saurait conseiller l'emploi.

Calorifère Musgrave, de Belfast, pl. III *exposé en 1878.* — La forme générale de cet appareil offre une grande ressemblance avec le calorifère Gurney. Nous le croyons cependant préférable, car il n'est pas muni de rigoles faisant casser les ailettes et donnant trop d'humidité ; de plus la fumée circule plusieurs fois dans cet appareil, et elle peut s'échapper par en bas, ce qui doit donner lieu à un plus grand effet utile, car la chaleur est retenue dans le haut du calorifère au lieu de s'échapper directement et rapidement comme elle le fait dans les appareils Gurney.

Calorifère Piet, pl. III. — Ce calorifère, qui offre beaucoup de rapports avec celui de l'ingénieur Grouvelle (1), est composé d'une cloche en fonte garnie de terre réfractaire, en haut de cette cloche la fumée se divise et descend dans trois séries de tuyaux horizontaux, à la suite desquels elle entre enfin dans la cheminée.

De larges passages assurent un facile accès à l'air pur qui monte en s'échauffant méthodiquement.

Cet appareil nous paraît bien disposé pour utiliser la chaleur de la fumée. Nous ne saurions toutefois recommander d'imiter cette disposition, à moins d'y

(1) Les dessins du calorifère Grouvelle sont exposés par Grouvelle fils.

être obligé par la nécessité de donner peu de hauteur au calorifère, dans les caves peu profondes par exemple, car les surfaces horizontales des tuyaux se chargent de poussières et matières organiques déposées par l'air pendant les interruptions de chauffage, il en résulte au moment de la reprise de ce chauffage une odeur de brûlé fort gênante et peu salubre.

Le service de ce calorifère doit donc être complété par de fréquents nettoyages des surfaces de fonte, afin d'éviter ces inconvénients désagréables.

Calorifère thermostat, Bolo de Sevray, pl. III. — Après avoir donné dans les habitations la température voulue, pour la maintenir il faut continuer d'entretenir le feu, mais avec plus de modération qu'au commencement du chauffage, le calorifère Bolo de Sevray, au moyen d'une disposition ingénieuse, se transforme instantanément en thermostat, par la simple fermeture d'une valve placée au sommet de son foyer. Lorsque la température désirée est obtenue, on remplit de combustible la cloche du foyer, on ferme la valve de cette cloche et la porte du cendrier. Le tirage s'établit alors par le petit conduit de gauche, et la combustion ainsi modérée peut-être assurée pour six à huit heures, dans de bonnes conditions; car cette disposition ingénieuse évite la production de l'oxyde de carbone, puisque les gaz de la combustion ne sont pas forcés de traverser une épaisse couche de combustible.

Nous croyons donc cet appareil parfaitement applicable pour réaliser un chauffage modéré et prolongé tout en évitant la production de l'oxyde de carbone, et possédant ainsi une grande supériorité sur la plupart des appareils à combustion lente qui, presque tous, donnent lieu à une grande perte de combustible par sa transformation en oxyde de carbone.

Calorifère Staib (Werbel-Briquet à Genève), pl. III *exposé en 1878.* — L'ingénieur suisse Staib, de Genève, a inventé, il y a déjà longtemps, un calorifère qui donne de très-bons résultats hygiéniques et une haute utilisation du combustible; le général Morin a constaté qu'il possédait un rendement calorifique égal à 91 $^0/_0$, ce qui est fort élevé.

Ce calorifère se compose de six plaques en fonte ondulées formant un cube entouré d'une enveloppe en maçonnerie, cette capacité intérieure contient un foyer garni de terre réfractaire, suspendu et sans contact avec les surfaces de chauffe qui ne peuvent jamais rougir, la fumée se répand librement dans l'intérieur du foyer et redescend en léchant les surfaces intérieures de l'enveloppe en fonte ondulée. La fumée et les gaz chauds après être redescendus à droite et à gauche du foyer, se rendent à la partie inférieure dans deux conduits, placés aux angles, qui les dirigent enfin vers la cheminée. Les portes sont disposées de manière à permettre facilement l'introduction d'un ouvrier dans l'intérieur du calorifère, dont le ramonage se borne ainsi à un simple balayage des parois. L'air extérieur afflue et circule entre l'enveloppe extérieure en briques et les plaques ondulées, il s'échauffe à ce contact d'une façon méthodique; deux petites rigoles pleines d'eau lui donnent d'ailleurs la vapeur d'eau nécessaire. Ce calorifère n'étant point exposé à rougir ne peut introduire dans l'air pur aucune trace d'oxyde de carbone, son emploi nous paraît donc tout à fait hygiénique; ce qui joint à ses qualités économiques bien constatées, nous autorise à dire que le calorifère Staib Werbel peut être considéré comme un très-bon appareil.

Calorifère Gaillard et Haillot, fig. 11 et 12 (*exposé en 1878*). — Pour mieux faire connaître les appareils de MM. Gaillard et Haillot, nous reproduisons in-extenso le rapport de M. H. Tresca (*Annales du Conservatoire*, tome VIII).

Procès-verbal des expériences faites sur les calorifères en briques réfractaires creuses construits par MM. Gaillard et Haillot:

CALORIFÈRE GAILLARD ET HAILLOT

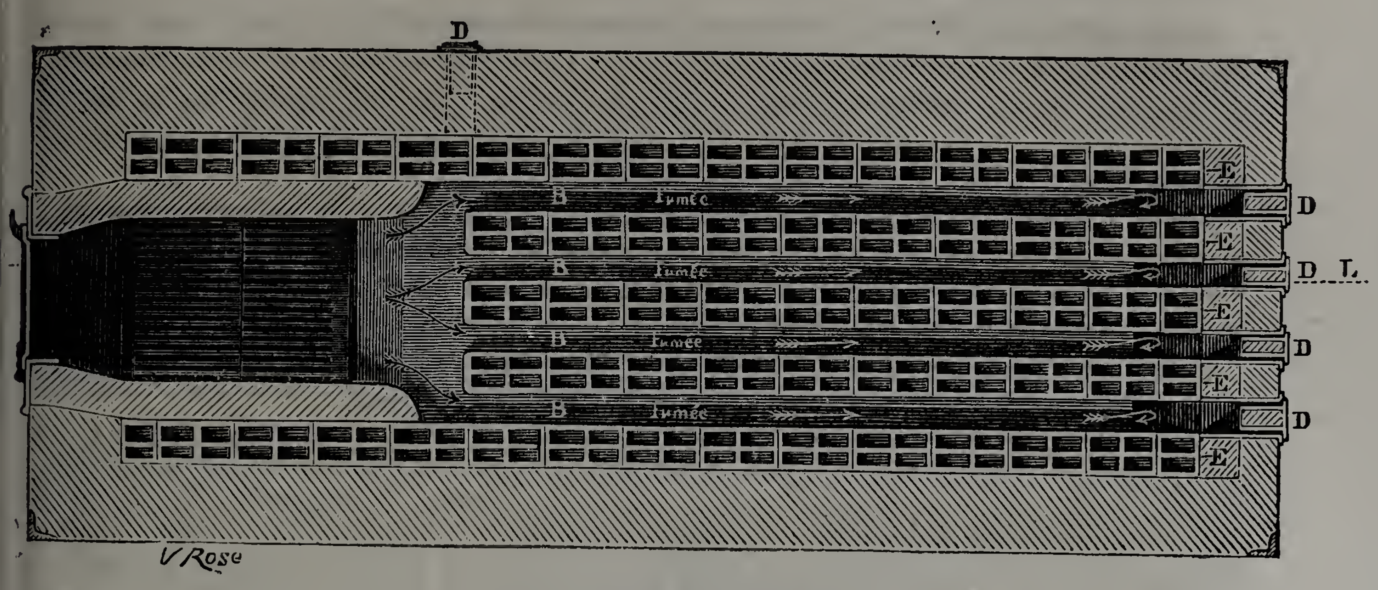


Fig. 11. — Section horizontale.

Fig. 12. — Section verticale.

« Les inconvénients que présentent les calorifères où l'air s'échauffe au contact de tuyaux ou de surfaces métalliques, souvent élevées à la température rouge, ont depuis quelque temps appelé l'attention des constructeurs, et plusieurs d'entre eux se sont occupés des moyens d'améliorer ce genre d'appareil de chauffage.

« MM. Gaillard et Haillot, successeurs de M. Chaussenot, ont adopté dans ce but une solution radicale en supprimant dans les calorifères qu'ils construisent l'emploi de la fonte et du fer, pour tous les conduits ou passages dans lesquels circulent l'air et la fumée.

« Ces constructeurs ont demandé à la direction du Conservatoire de faire procéder à des expériences sur plusieurs de leurs calorifères.

« Les dispositions générales de ces appareils nouveaux sont représentées fig. 11 et 12.

« L'air destiné à entretenir la combustion arrive sous la grille A, par le cendrier, traverse le combustible, s'échauffe et s'élève en fumée dans un premier conduit vertical A' très-large, entouré d'un massif de briques réfractaires jusqu'aux conduits supérieurs et horizontaux B, en nombre variable, suivant la proportion de l'appareil, et entre lesquels il se partage. Parvenue à l'extrémité des conduits supérieurs B, la fumée trouve des orifices par lesquels elle se rend, dans le second rang B_1 de conduits horizontaux, les parcourt dans leur longueur, en sens contraire de son premier mouvement, passe dans les conduits B_2, de là dans les conduits B_3, et B_4, et gagne par des passages verticaux le canal inférieur de fumée C, qui la dirige vers la base de la cheminée. Les rangs de conduits de fumée B, B_1, B_2, B_3, B_4, etc., ne sont séparés dans le sens horizontal que par des languettes en briques réfractaires de $0^m,01$ d'épaisseur.

« A l'extrémité de chacun de ces conduits, des tampons mobiles de nettoyage D, permettent de débarrasser complétement tout l'intérieur de la suie qui s'y serait déposée. *Le nettoyage est aussi facile que dans les calorifères ordinaires à tuyaux horizontaux.*

« *On remarquera que la seule partie du foyer, qui soit exposée à une température susceptible d'altérer les matériaux de la construction, est la cheminée en briques réfractaires pleines, du conduit vertical A' placé au-dessus de la grille, et que si, après un long usage, elle se trouvait un peu dégradée, son remplacement n'offrirait aucune difficulté.* Le reste des conduits de fumée ne paraît pas susceptible d'éprouver d'autres altérations que celles qui proviendraient de la dilatation et du retrait des briques creuses qui les composent, effet qui est peu sensible d'après les observations recueillies.

« Les rangées horizontales des conduits de fumée B, B_1, B_2, B_3, etc., sont séparées par des cloisons verticales E. E..... en briques creuses réfractaires, ainsi que les parois latérales et extrêmes de ces mêmes conduits. Le tout est entouré d'une cheminée en briques ordinaires de $0^m,22$ d'épaisseur, du côté qui n'est pas en contact avec les murs du bâtiment. Les briques creuses qui forment les cloisons sont posées debout, de manière que les joints verticaux d'une assise correspondent aux pleins de la suivante. A l'aide de ces dispositions, les pertes de chaleur par les parois générales du calorifère peuvent être rendues extrêmement faibles.

« L'air extérieur, destiné à être chauffé et introduit dans les salles habitées, arrive sous le calorifère par une sorte de chambre inférieure F F, qui communique avec tous les conduits verticaux E E, formés par les vides de chacune des briques creuses et présentant ensemble une section considérable.

« Il s'élève ensuite dans une chambre supérieure GG, d'où il est conduit dans les diverses ramifications de la distribution d'air chaud.

« *Nous avons expérimenté sur trois calorifères de ce genre*, dont les propor-

tions principales étaient dans des rapports peu différents, et avaient en moyenne les relations suivantes:

« Rapport de la surface de chauffe des conduits de fumée à la surface totale de la grille 140

« Rapport de la surface de chauffe intérieure des conduits d'air à la surface totale de la grille 360

« *On voit que ces proportions sont très-larges et susceptibles de bien utiliser la chaleur de la fumée, malgré le peu de conductibilité de la brique.*

« Le premier calorifère essayé n'a donné qu'un rendement calorifique de 0,50. Mais la température de la fumée qui s'en échappait était beaucoup plus élevée qu'il n'était nécessaire pour un bon tirage. Elle atteignait en moyenne 147°. Le chauffage était fait à la houille, et l'on a brûlé dans les expériences 40 kil. de charbon de Charleroi par mètre carré de surface de grille, ce qui indique une activité plus que suffisante du feu et du tirage pour des appareils de ce genre.

« De plus, l'enveloppe de ce calorifère s'échauffait notablement, ce qui occasionnait une assez grande perte de chaleur non mesurable.

« Dans ces expériences, le nombre d'unités de chaleur transmises à travers les parois des briques creuses de l'appareil ne s'est élevé qu'à 406 calories par heure et par mètre carré.

« Un autre calorifère du même genre, établi à l'hospice de Sainte-Périne, pour lequel on avait cherché à éviter avec plus de soin les pertes de chaleur par l'enveloppe extérieure, et dans lequel le feu était alimenté avec du charbon de Charleroi, a donné des résultats plus favorables.

« Le feu a été conduit plus modérément que pour l'appareil précédent, et la consommation de houille n'a été que de 31 kil. par mètre carré de surface de grille et par heure.

« La température de la fumée n'a été en moyenne que de 86°, et celle de l'air chaud fourni de 97°; cette dernière est encore trop élevée.

« Le nombre d'unités de chaleur qui ont traversé les parois des briques creuses de l'appareil s'est élevé à 450 calories par heure et par mètre carré.

« L'enveloppe extérieure du calorifère s'échauffait encore un peu, quoiqu'il fût placé dans l'angle de deux murs.

« Le rendement calorifique a été trouvé égal en moyenne à 0,68.

« Un troisième calorifère, dont l'enveloppe extérieure a été rendue plus épaisse, et composée de deux rangs de briques entre lesquels était comprise une couche d'air, a été soumis à des expériences prolongées pendant huit heures, et dans lesquelles le chauffage a été fait avec du coke, dont l'action est plus régulière que celle de la houille.

« La température de la fumée a été en moyenne de 91°, et celle de l'air chaud fourni par l'appareil de 79°.

« La consommation de coke a été de 39 kil. par heure et par mètre carré de surface de grille. Ce combustible était de la variété dite coke métallurgique; cependant on n'a évalué sa puissance calorifique qu'à 7000 unités de chaleur par kilogramme.

« Le nombre d'unités de chaleur qui ont traversé les parois des briques creuses s'est élevé dans cet appareil à 735 calories par heure et par mètre carré.

« L'enveloppe extérieure du calorifère ne s'est pas échauffée sensiblement.

« Ces deux circonstances et la régularité du chauffage au coke, ainsi que la qualité, un peu supérieure peut-être, du coke employé, peuvent rendre compte des résultats favorables obtenus avec ce dernier appareil, et que nous allons faire connaître.

« Les conduits de fumée, au nombre de deux par rangée ou de huit en tout, ont une largeur commune de $0^{m},06$ et des hauteurs comprises entre $0^{m},150$, et $0^{m},162$, ce qui correspond à des sections de passages à chaque rangée de $0^{mq}.0300$ et de $0^{mq}.0324$.

« Le volume d'air introduit dans le calorifère a été trouvé égal à $168^{mc},65$ par heure, ou $0^{mc},0468$ en 1″. La température à la sortie, était de 91°,45, et le volume ci-dessus ayant été observé vers l'origine de la cheminée, la vitesse de circulation des gaz de la combustion dans le calorifère a été en moyenne de $1^{m},56$ à $1^{m},44$ en 1″.

« L'air introduit dans le foyer avait la température moyenne de 16°.73, et la quantité de chaleur emportée par heure par la fumée peut être évaluée à

« $168^{mc}.65 \times 0^{kil}.972\,(91°.73 - 16°.73) \times 0.237 = 2898$ calories.

« Le poids de coke brûlé par heure a été de $2^{kil}.250$, ce qui, à raison de 7000 unités de chaleur développées par kilogramme, correspond à $2.250 \times 7000 = 15750$ calories.

« La perte de chaleur par la fumée a donc été d'environ $\frac{2898}{15750} = 0,18$ de la chaleur développée par le combustible.

« En admettant que la perte de chaleur par les parois soit négligeable, ce qui paraît acceptable dans le cas actuel, le rendement calorifique de cet appareil serait égal à 0.82 de la chaleur développée par le combustible.

« Les conduits offerts par les briques creuses, au nombre de 44, ont chacun une section de $0^{mq}.0081$, et présentent ensemble une section de passage égale à $0.0081 \times 44 = 0^{mq}.3564$.

« Le volume d'air chaud fourni par l'appareil à la température moyenne de 79°.30, ayant été trouvé égal à $935^{mc}.60$ par heure, ou à $0^{mc}.2599$ en 1″, la vitesse moyenne de passage a été d'environ $\frac{0^{mc}.2599}{0^{mq}.3563} = 0^{m}.73$ en 1″, c'est-à-dire à peu près moitié moindre que celle des gaz de la fumée.

« Il en résulte que si, ce qui est peu probable, il se manifestait dans les briques creuses quelques fissures, l'air qui y circule pourrait être aspiré par les conduits de fumée, tandis qu'au contraire la fumée elle-même ne pourrait se répandre dans les conduits d'air chaud, dès que le tirage serait bien établi.

« L'air extérieur introduit dans le calorifère était à la température de 16°.73. Il en sortait à celle de 79°30. Par conséquent, la quantité de chaleur utilisée en une heure par l'appareil et déduite de l'observation du volume d'air chaud fourni était égal à

$$\text{« } 935^{mc}.60 \times 1^{kil}.0065 \times (79°,73 - 16°,73) \times 0.237 = 13932 \text{ cal.}$$

« La chaleur développée par le combustible étant estimée à 15750 calories, le rendement calorifique de l'appareil, déduit du volume et de la température de l'air chaud fourni, a été égal à $\frac{13932}{15750} = 0,88$ de la chaleur dépensée.

« L'estimation de ce même rendement, d'après la quantité de chaleur emportée par la fumée, ayant été, comme on l'a vu plus haut, portée à 0,82, ces deux modes d'appréciation s'accordent assez bien pour qu'on puisse admettre que sa valeur moyenne s'éloigne peu de 0,85.

« Nous croyons donc qu'il est permis de conclure de ces expériences que les calorifères de ce genre, proportionnés comme on l'a indiqué plus haut, entourés de parois épaisses et peu conductrices de la chaleur, sont susceptibles, quand le feu y est convenablement conduit:

« 1° De donner un rendement calorifique, estimé d'après l'air chaud fourni à

peu de distance de l'appareil, égal à 0.80 ou 0,85 de la chaleur développée par le combustible;

« 2° De fournir une quantité de chaleur utilisable de 700 calories environ par heure et par mètre carré de la surface totale de chauffe des conduits intérieurs des briques creuses.

« *En résumé, ces calorifères, entièrement en briques, qui ne contiennent point de parties en fonte ou en fer exposées à rougir par l'action du feu, sont exempts des inconvénients que l'on reproche à la plupart des appareils de chauffage en métal et à air chaud.*

« *Leur rendement calorifique est égal à celui des meilleurs appareils connus.*

« *Le peu de conductibilité des matériaux qui entrent dans leur construction atténue beaucoup les irrégularités qui peuvent survenir dans le chauffage, par suite des négligences dans le service.*

« *Leur construction est sujette à moins de réparations importantes que celle des calorifères en métal, dont les foyers et les cloches en fonte sont brûlés en quelques années et donnent lieu à de sérieux inconvénients.*

« Pour que leur emploi soit complétement salubre dans des lieux habités, il faut, comme pour tous les autres calorifères que leur action soit combinée avec celle d'une ventilation suffisante. »

CALORIFÈRES A EAU CHAUDE.

Thermosyphons à basse pression. — Bien que le procédé du chauffage par circulation d'eau chaude paraisse avoir été connu dès l'antiquité, il semblait complétement oublié, et il faut arriver jusqu'à l'année 1716 pour en trouver l'application au chauffage des serres, faite à Newcastle par un ingénieur suédois, Triewald.

La disposition employée par cet ingénieur consistait en une chaudière extérieure recevant les deux extrémités d'une conduite horizontale circulant sous le sol de la serre.

Ce simple appareil nous paraît donc avoir été inspiré par les circulations d'eaux thermales qui depuis une époque reculée sont utilisées dans quelques villes d'eaux pour le chauffage des habitations; notamment en France, à Chaudesaigues, où la circulation souterraine des eaux chaudes naturelles est employée depuis longtemps pour le chauffage des habitations.

Cette circulation dans des canaux horizontaux pouvait tout au plus suffire au chauffage direct des pièces à rez-de-chaussée. Mais le chauffage direct des étages supérieurs par un foyer et une chaudière placée au niveau du sol, restait à trouver.

Ce fut un ingénieur français, Bonnemain, qui en 1777, installa au Pecq, près Saint-Germain, un appareil à circulations verticales, et qui eut ainsi le mérite de créer le premier thermosyphon à eau chaude. Cet ingénieux appareil est basé sur un principe fort simple, offrant beaucoup d'analogie avec le syphon à transvaser que tout le monde connaît.

On sait que la circulation dans le syphon ordinaire est obtenue par la plus grande pesanteur de la colonne de liquide contenue dans la branche verticale de plus grande hauteur.

Le même effet se produit dans le thermosyphon dont nous donnons un dessin fig. 13.

Cet appareil se compose d'une chaudière et d'une colonne montante verticale

partant du haut de la chaudière, surmontée d'un vase d'expansion, et d'un serpentin ramenant l'eau au bas de la chaudière.

Aussitôt que le feu est allumé, l'eau contenue dans la chaudière s'échauffe, elle se dilate, c'est-à-dire qu'elle augmente de volume et que sous un même volume elle devient plus légère. L'eau de la colonne verticale devient donc plus légère que celle contenue dans le serpentin qui ne peut s'échauffer directement puis qu'elle ne communique qu'avec le fond de la chaudière, il en résulte que l'équilibre est rompu et que l'eau se met en mouvement; elle monte dans la colonne verticale et redescend refroidie dans le serpentin.

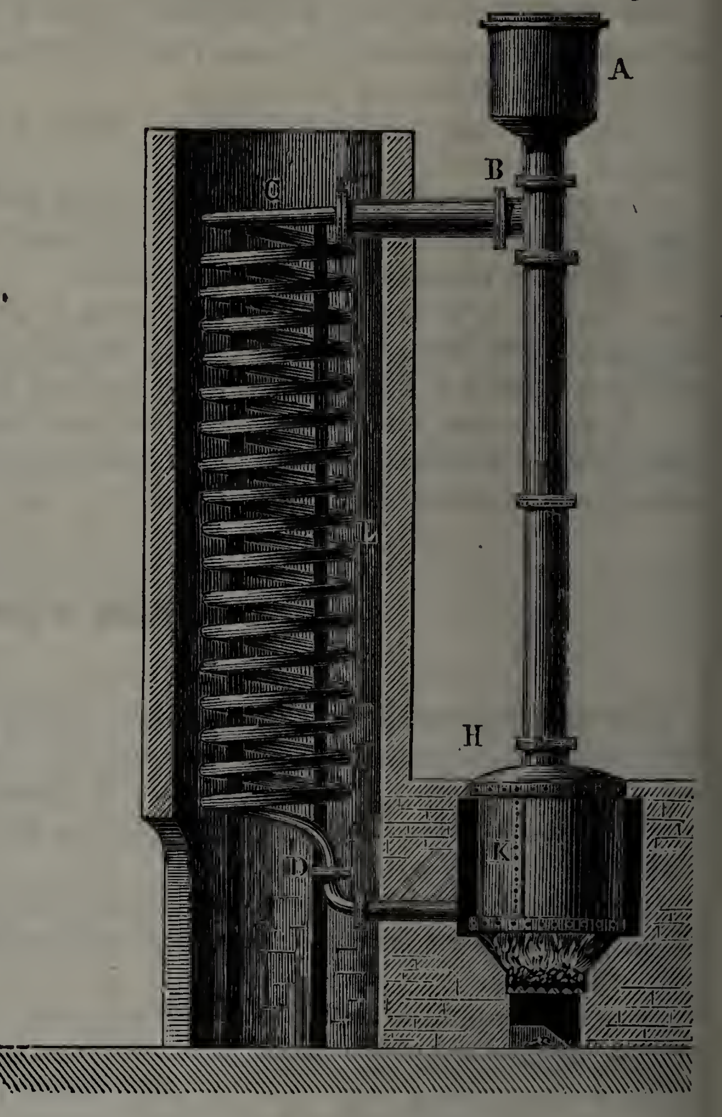


Fig. 13. — Thermosyphon.

Pour que cette cause de rupture d'équilibre soit maximum, il faut évidemment que la hauteur des colonnes soit aussi grande que possible. En pratique on peut lui donner toute la hauteur de l'habitation.

Il faut aussi que le refroidissement soit minimum dans la colonne verticale montante et maximum dans le serpentin ou les rameaux descendants. Pour ce faire on donne à la colonne montante une surface minima et on l'enveloppe de corps très-mauvais conducteurs.

On donne, au contraire, aux rameaux descendants une surface de refroidissement maxima et on active encore ce refroidissement en faisant circuler contre ces surfaces des courants d'air froid qui, après s'être ainsi échauffé, est introduit dans les pièces. L'eau se dilatant de $^1/_{2200}$ par 1^0; si on suppose que l'eau montante est à 100^0 et l'eau descendante à 50^0 il y aura une différence de $^1/_{44}$ entre la densité des deux colonnes, et cette différence suffira amplement à produire une circulation fort active.

Car on a constaté que quand la différence de chaleur des colonnes n'est que de quelques degrés, la circulation se maintient même dans les thermosyphons de serre dont les colonnes verticales sont peu élevées.

Cette dilatation de $^1/_{22}$ pour 100^0 oblige à donner au vase d'expansion un volume égal au $^1/_{20}$ environ de l'eau contenue dans tout l'appareil, afin que les tuyaux restent constamment pleins d'eau.

Bonnemain appliqua surtout son appareil au chauffage des étuves à incubation artificielle; mais il ne paraît pas avoir fait beaucoup d'applications au chauffage des habitations.

Le marquis de Chabannes, que nous avons déjà cité à propos des calorifères à air chaud, reprit ces idées et il combina un ingénieux système chauffant toutes les pièces d'une habitation, à tous les étages, par une circulation d'eau chaude

fournie par le fourneau de cuisine ou, à son défaut, par un fourneau spécial.

Cet ingénieux appareil est muni de poêles ou renflements offrant une grande surface dans chaque pièce à chauffer.

Il peut aussi chauffer l'eau des bains; il offre beaucoup de rapports avec les cuisines à bouilleurs soi-disant nouvelles et brevetées. S. G. D. G.

Bonnemain et Chabannes furent cependant peu compris même en Angleterre. Ainsi, en 1824, l'ingénieur anglais Tredgold écrivait ce qui suit en parlant du chauffage à l'eau chaude (1).

« Dans tout appareil à l'eau chaude, c'est toujours la *vapeur* qui distribue la chaleur; car il est *impossible* d'employer une force de chaleur assez grande pour obliger l'eau à circuler dans les tuyaux par un changement de densité sans la convertir en vapeur, comme il est aisé de le *démontrer par les principes de l'hydraulique.* »

Fig. 14. — Chaudière de Thermosyphon pour serres.

L'ingénieur Tredgold, prouve donc ainsi fort clairement qu'il n'a pas compris ni su calculer les effets du thermosyphon; c'était cependant un ingénieur de talent. Il ne faut donc pas s'étonner que de simples praticiens, comme Bacon, n'aient pas mieux saisi le mécanisme de cette circulation; Bacon n'employait, en effet, à cette même époque, qu'un *seul conduit* d'un large diamètre. Il nous faut donc attendre jusqu'en 1837 pour trouver enfin des applications rationnelles dues aux frères Price, de Bristol, qui crurent devoir se faire breveter en France, pour des appareils à peu près identiques à ceux des deux inventeurs français Bonnemain et Chabannes.

Le chauffage à l'eau chaude fut appliqué dès lors très-largement dans les serres où il donna d'excellents résultats.

Enfin, dans la main de deux ingénieurs intelligents et actifs, les frères Duvoir, il fut appliqué dans les habitations et les grands édifices publics avec un succès si incontestable, que le nom de ces deux ingénieurs est resté attaché à deux systèmes différents, que nous allons décrire.

Système Duvoir-Leblanc. — Ce système, qui offre de grandes analogies avec celui de Chabannes, est composé d'une colonne en serpentin, montant jusqu'au grenier dans la gaîne de fumée, alimentant un réservoir supérieur de distribution autrefois soumis à une certaine pression, mais complétement libre et ouvert dans les applications récentes.

De ce réservoir supérieur partent autant de tuyaux de descente qu'il y a d'étages à chauffer, ce qui assure l'indépendance du chauffage de chaque étage.

(1) Principes de l'art de chauffer, page 18. Edition française.

Ces tuyaux se prolongent dans toute la longueur de chaque étage, en circulant dans l'épaisseur des planchers, et en alimentant ainsi par-dessous des poêles à eau chaude, placés dans chaque pièce, en nombre suffisant.

Les poêles reçoivent aussi une circulation d'air pur extérieur, qui vient s'y échauffer, en passant dans des tubes verticaux entourés d'eau chaude ; cet air concourt ainsi au chauffage des pièces par sa circulation, et il procure de plus une source de ventilation.

L'indépendance du chauffage de chaque pièce est assurée au moyen de valves placées sur chaque poêle, qu'il suffit de manœuvrer pour ralentir, augmenter ou faire cesser la circulation dans chaque pièce.

La conduite horizontale alimentant les poêles aboutit à une conduite spéciale de descente pour chaque étage, qui ramène enfin l'eau à la chaudière.

Ce système présente certainement de grands avantages pour les chauffages permanents; mais il offre quelques inconvénients, tels que les fuites, le danger d'explosion des poêles qui, surtout aux étages inférieurs, supportent une forte charge.

Le grand volume d'eau employé ne permet pas non plus de faire varier rapidement l'intensité du chauffage et n'assure pas suffisamment l'indépendance de la ventilation.

Enfin, ces appareils sont fort coûteux d'établissement surtout dans les bâtiments déjà construits, car les tuyaux devant être établis dans l'épaisseur des planchers, il devient nécessaire de remanier les parquets, ce qui occasionne des dépenses excessives. Ainsi, au Luxembourg, pour poser un calorifère payé 140,000 fr. au constructeur, il a fallu faire des remaniements aux murs, planchers, et parquets, dont la dépense s'est élevée à 100,000 fr., soit plus des $^2/_3$ du prix du calorifère.

De telles dépenses sont, on en conviendra, tout a fait inacceptables et on ne doit appliquer ce système que dans des constructions neuves et où toutes les conduites nécessaires peuvent être posées pendant la construction.

Système René Duvoir. — Ce système supprime complétement les circulations dans l'épaisseur des planchers; les poêles chauffeurs sont remplacés par une série de tuyaux de circulation placés verticalement dans l'épaisseur des murailles, dans une gaîne formant prise d'air extérieur, qui pénètre ainsi dans les pièces après s'être échauffé au contact des tuyaux verticaux. Cette disposition ingénieuse est complétée par une conduite de distribution et une conduite de retour placées toutes deux en sous-sol. Les fuites sont dont complétement évitées dans l'épaisseur des planchers, et s'il s'en produit elles ne peuvent rien détériorer, puisque l'eau trouve une issue directe à l'extérieur; ce système paraît donc offrir une certaine supériorité sur le précédent. Mais il faut, comme pour celui de Léon Duvoir, disposer cet appareil et ses nombreuses canalisations, dans de larges conduits spéciaux, qu'il devient souvent impossible de creuser dans l'épaisseur des murailles.

Nous croyons donc qu'il ne peut-être appliqué que dans des constructions neuves où l'on a prévu et ménagé les coffrages nécessaires.

Système D'Hamelincourt, (successeur de René Duvoir) hydro-calorifère *exposé en 1878.* — Dans cet ingénieux système, (dû à un savant et honorable ingénieur dont on déplore la perte récente), toutes les surfaces de chauffe sont placées dans la cave, elles peuvent donc être partout abordables et les fuites sont toujours sans danger.

La distribution de la chaleur dans les pièces s'effectue, comme avec les calo-

rifères à air chaud au moyen de colonnes d'air montantes, qu'il faut isoler avec grand soin, car l'air étant peu échauffé à une plus grande tendance à perdre la faible quantité de chaleur qu'il possède.

Cet appareil est éminemment salubre, car l'air ne peut s'y mélanger à de l'oxyde de carbone ainsi qu'il arrive dans la plupart des calorifères à air chaud.

Son prix est un peu plus élevé, mais son entretien est bien moins coûteux que celui des calorifères à air chaud.

Nous croyons donc que cet excellent système doit être préféré aux calorifères ordinaires à air chaud, qui sont presque tous fort insalubres.

Système Savalle. — L'habile ingénieur constructeur d'appareils de distillation. M. D. Savalle, est inventeur d'un calorifère à eau et à air chaud qui nous paraît bien combiné et peu encombrant.

La disposition tubulaire verticale des tuyaux d'air permettrait facilement d'assurer l'indépendance du chauffage de chaque pièce, en divisant la chambre d'air chaud (*f*,*f*) en autant de compartiments qu'il y aurait de pièces à chauffer. On assurerait aisément aussi l'indépendance de la ventilation en employant la bouche d'air mélangé fig. 10.

Pour la description de cet appareil nous laisserons la parole à son savant inventeur: « J'avais dans mon hôtel de l'avenue du bois de Boulogne, à Paris, un calorifère à feu direct qui me causait beaucoup d'ennuis. Sa chaleur était ou absente ou intolérable; dans la journée, le va-et-vient changeait l'air des appartements, et l'on n'était pas trop incommodé par cette chaleur malsaine; mais, la nuit, il était impossible d'y tenir si on laissait arriver l'air chaud; celui-ci, dépourvu de vapeur d'eau et chargé d'oxyde de carbone, desséchait la gorge et causait des maux de tête.

Ces inconvénients sanitaires m'avaient fait décider de réformer ce système. Mais comme j'étais trop occupé, les choses en étaient restées là, quand, un beau jour, ou plutôt par une belle nuit, un bruit inusité se fit entendre dans les conduites d'air chaud; ce n'était plus comme d'habitude, un peu de fumée noire, qui en sortait et qui venait salir les appartements, mais bien la flamme; mon calorifère m'incendiait. Pour le coup c'en était trop, et je me déterminai à installer, pour parer à toutes les misères du chauffage de l'hôtel, la disposition que j'avais combinée et dont la figure 15 donne la description.

Voici la légende de la fig. 15 qui représente ce nouveau système de calorifère:

A, Chaudière tubulaire.

b, Robinet d'eau pour emplir la chaudière.

c, Niveau d'eau.

d, Foyer pour chauffer l'eau contenue en A.

e e′ e″, Introductions pour l'air froid, qui monte en se chauffant dans la série tubulaire.

f, Conduits portant l'air chaud dans les appartements.

g, *g*, Bouches pour régler la chaleur dans les différents points à chauffer.

h, Cheminée pour les produits de la combustion du foyer *d*.

i, Dôme pour l'échappement de la vapeur, quand il s'en forme.

j, Conduit libre pour empêcher toute pression de se former dans le calorifère.

k, Robinet de vidange.

Le fonctionnement de ce calorifère est des plus simples: après l'avoir rempli d'eau froide, on chauffe celle-ci par le foyer *d*. La série tubulaire, dont les tubes sont baignés extérieurement par de l'eau chaude, contient intérieurement de l'air froid, qui se chauffe, devient plus léger et s'élève dans les appartements. L'air déplacé est renouvelé constamment par les orifices *e e′ e″*, et la dépense de l'air chaud est réglée par les bouches de chaleur *g*, situées dans les chambres.

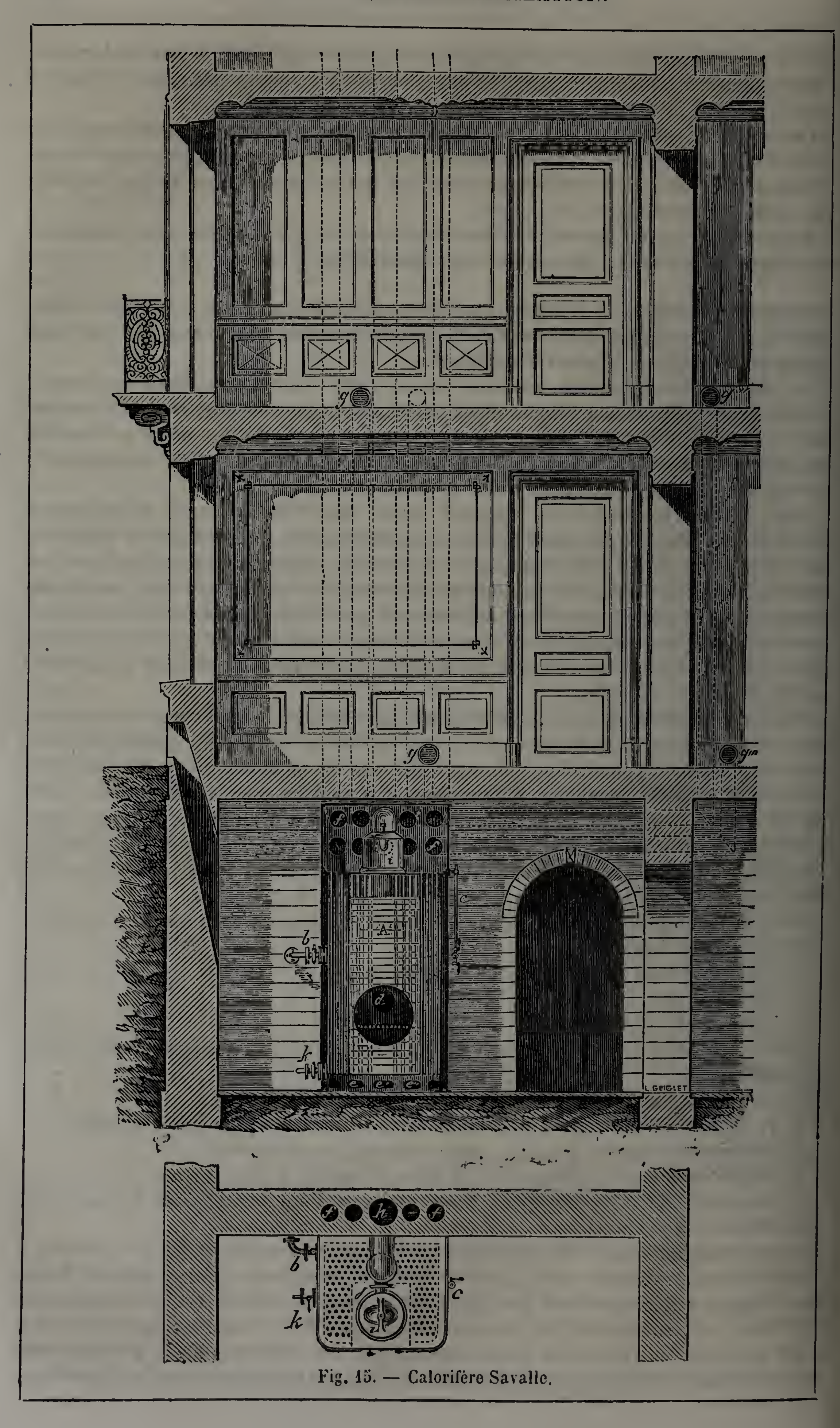


Fig. 15. — Calorifère Savalle.

J'ai obtenu, par ce système, des résultats parfaits; outre que la dépense de combustible est beaucoup diminuée, j'obtiens un bon chauffage; la température de l'air n'est plus aussi élevée et maintient la proportion d'humidité requise. Durant la nuit, les chambres à coucher sont chauffées, et la respiration n'est plus gênée; la gorge ne se dessèche plus et l'on n'a plus de migraines à redouter par l'excès de chaleur. Les plantes de ma serre, qui s'étiolaient promptement par l'ancien système de chauffage, résistent admirablement. Enfin je n'ai plus l'inquétude de danger d'incendie.

L'ensemble de ces résultats est tel que je me suis décidé à prendre un brevet pour ce nouveau calorifère, brevet qui fera le bonheur des propriétaires qui l'appliqueront chez eux et peut-être aussi la fortune d'une maison s'occupant de fumisterie à Paris; car mes autres travaux ne me permettent pas de me livrer moi-même à son exploitation ».

Calorifère a eau chaude à haute pression, fig. 16, *système Perkins, (Ch. Gandillot, constructeur à Paris.* — L'ingénieur anglais Perkins est inventeur d'un excellent système de calorifère à haute pression, trop peu employé en France, car il offre de nombreux avantages.

Cet appareil consiste en une circulation de petits tuyaux en fer étiré ayant 15 à 18 millimètres de diamètre intérieur et 6 millimètres d'épaisseur; la grande épaisseur relative de ces tuyaux leur donne une résistance considérable, et ils peuvent supporter des pressions énormes sans présenter la moindre fuite, grâce à un fort ingénieux mode d'assemblage que nous donnons, fig. 17.

L'extrémité du tube taillée en biseau pénètre dans l'autre tube en creusant la portée plane qui le termine et y reste incrustée à une certaine profondeur, en donnant ainsi un joint parfaitement étanche aux plus hautes pressions. La chaudière ordinaire est ici remplacée par un serpentin formé par l'enroulement d'une partie de la circulation ($^1/_6$), il peut donc aussi supporter d'énormes pressions.

Le vase d'expansion placé au sommet de l'appareil est complétement fermé par un pas de vis taraudé.

L'appareil fonctionne comme un thermosyphon à basse pression; le chauffage s'y effectue au moyen du circuit descendant auquel on fait suivre le pied des murs en contournant toute la pièce; au besoin on augmente la surface de chauffe d'une pièce en y enroulant en serpentin une plus grande longueur de tuyaux.

La température au sommet, dans le vase d'expansion, est généralement de 150° a 200°, ce qui correspond à une pression de 4 a 15 atmosphères; à la rentrée près du foyer elle n'est plus que de 60°.

La vitesse de circulation est bien plus rapide que dans les calorifères à basse pression, à cause de la grande différence de température des extrémités du circuit, elle est ordinairement de $0^m,8$ par seconde; cette grande vitesse de l'eau jointe au fort abaissement de température qu'elle éprouve et à la faible quantité que chaque appareil en contient, explique la rapidité du chauffage obtenue avec ce système.

Pour des tuyaux de 18 millimètres de diamètre intérieur la quantité d'eau contenue par mètre courant est seulement de 0,25 litres, et par appareil de 160 mètres elle n'atteint en totalité que 40 litres, très-faible volume, on le voit et fort rassurant contre les explosions.

Ces tuyaux pèsent environ $3^k,5$ par mètre, et représentent, au point de vue de la chaleur spécifique, 0,39 litres d'eau, et par appareil 62 litres; en tout 102 litres d'eau comme chaleur spécifique.

Pour échauffer tout le circuit en moyenne de 150°, il faut 15300 calories ou la chaleur produite par la combustion de 2 kil. de houille.

Fig. 16. — Calorifère Perkins.

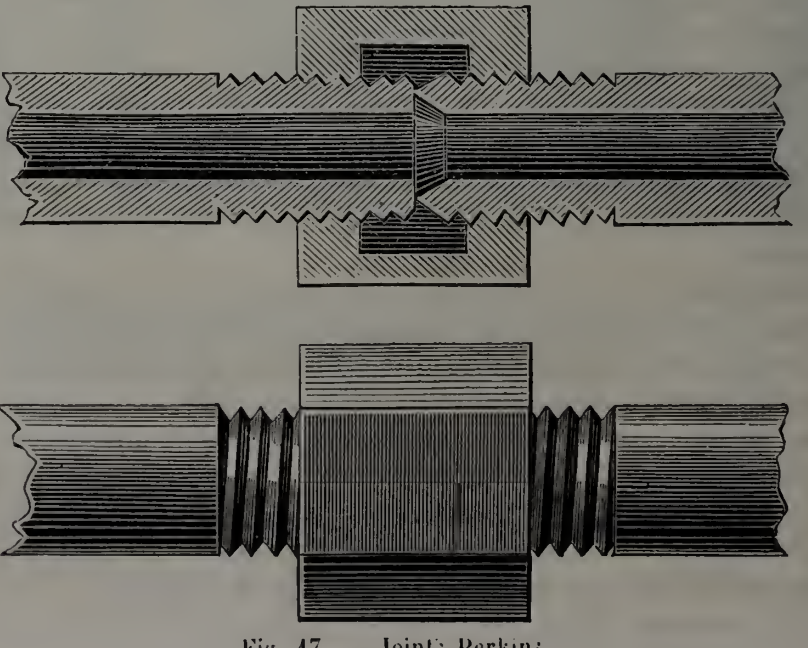


Fig. 17. — Joints Perkins.

Le mouvement circulatoire bien établi avec une vitesse de $0^m,8$ par seconde, il passe par le foyer 0,2 litre d'eau qui, pour une différence de 80° entre l'entrée et la sortie, y puise 16 calories par seconde, ou 57600 calories par heure, nécessitant la combustion de 8 kilog de houille.

A la maison d'arrêt militaire de la rue du Cherche-Midi, à Paris, où la capacité à chauffer est de 8000^{mc} par appareil, on a trouvé (Angiboust):

1° Que le mouvement circulatoire était bien établi 25 à 30 minutes après l'allumage des feux.

2° Que la température désirée était obtenue $1^h,30$ après; résultats, qui avec la marge que l'on doit se donner, s'accordent avec les chiffres précédents.

La combustion, active d'abord pour obtenir la température voulue, est ensuite ralentie de manière à suffire simplement au refroidissement extérieur. Cet appareil en service depuis longtemps a toujours donné d'excellents résultats économiques.

Il a été construit par M. Ch. Gandillot, ingénieur constructeur, à Paris, qui s'occupe avec succès et talent des applications de l'excellent système Perkins, et qui par une longue expérience pratique a su y apporter tous les perfectionnements nécessaires.

Nous croyons donc que, dans des mains expérimentées, ce système peut être particulièrement recommandé à cause de sa salubrité et de la grande facilité de son service, il offre surtout des avantages uniques pour son établissement après coup, dans une construction habitée, vu le très-petit diamètre de ses tuyaux qu'on peut faire passer partout sans rien détériorer, les percements pouvant toujours se faire avec une simple tarière.

CALORIFÈRES A VAPEUR.

Historique. — Le colonel anglais Will-Cook a le premier, en 1745, donné l'idée d'employer la vapeur comme moyen de distribuer la chaleur. L'idée du colonel Cook fut négligée parce qu'il promettait trop. Il prétendait chauffer tout un grand édifice avec le feu ordinaire d'une cuisine, ce qui est tout bonnement impossible.

La première application du chauffage à la vapeur paraît due à l'immortel James Watt, qui en fit l'essai dans son cabinet de travail, pendant l'hiver de 1784-85.

L'appareil consistait en une capacité en fer-blanc faisant office de poêle, un tuyau y conduisait la vapeur, et servait en *même temps* a ramener à la chaudière l'eau de condensation. Il n'y avait donc pas encore dans cet appareil d'essai un tuyau spécial à chaque fonction, et c'est à cette cause qu'il faut attribuer le peu d'effet obtenu, par James Watt, de cet appareil primitif.

La première patente fut accordée, en Angleterre, l'année 1791, a John Hoyle d'Halifax, pour sa méthode de communiquer la chaleur aux serres, églises, etc. Cette méthode consistait à conduire la vapeur dans des tuyaux faisant le tour de la pièce à chauffer. Ces tuyaux étaient d'abord élevés à leur plus grande hauteur, et conduits ensuite par une pente douce, en échauffant les pièces, jusqu'à une citerne recueillant l'eau condensée.

Cette méthode diffère à peine du projet de Cook connu 46 ans avant ; l'apparei était sujet à de fréquents dérangements et chauffait médiocrement.

Ces appareils furent perfectionnés par Boulton et James Watt, et appliqués en 1793-96 au chauffage de la bibliothèque du docteur Withering, où l'on obtint enfin un bon chauffage.

En 1799, Lee, de Manchester, aidé des conseils de James Watt, fit construire dans sa maison, un calorifère à vapeur en fonte, dans lequel on pouvait déjà régler au moyen de valves l'introduction d'air ou de vapeur.

Ainsi, les appareils à vapeur vraiment pratiques, ne datent que du commencement de XIXe siècle, et on les doit au génie du célèbre James Watt.

En 1824 l'ingénieur anglais Tredgold, publie ses principes de l'art de chauffer, qui contiennent de nombreux et intéressants détails sur le chauffage à vapeur.

Enfin, un savant ingénieur français, Grouvelle, neveu du célèbre chimiste d'Arcet, fit établir, sous la direction de son oncle (1828), le grand appareil à vapeur qui chauffe encore aujourd'hui, avec un succès complet, la salle de la Bourse de Paris.

Un grand nombre d'usines et d'ateliers sont depuis longtemps chauffés par la vapeur perdue des machines sans condensation, et les résultats en sont partout excellents, quand l'appareil à été monté avec soin, et qu'on lui a donné les formes et les proportions nécessaires.

Dispositions principales. — Les calorifères à vapeur comprennent :

1° L'appareil producteur ou générateur de vapeur;

2° Les conduites distribuant la vapeur dans tout l'édifice à chauffer;

3° Les appareils chauffeurs ou condensateurs de vapeur placés dans les pièces chauffées, ou a leur proximité quand on emploie l'air chaud comme intermédiaire;

4° Les conduites de retour d'eau condensée vers le générateur.

Nous allons étudier séparément les dispositions nécessitées par chacune de ces fonctions distinctes:

1° Chaudières et générateurs de vapeur et leur appareils de service et de sûreté. Un article spécial, faisant partie de cet ouvrage (1) donnant sur ce point tous les détails nécessaires, nous sommes ainsi dispensés d'en parler;

2° Conduites distribuant la vapeur: ces conduites doivent avoir un diamètre assez grand pour diminuer la résistance due aux frottements, elles doivent être bien enveloppées et garanties contre le froid. Enfin, il est indispensable de les faire monter d'abord jusqu'à l'étage le plus élevé de l'édifice à chauffer. Arrivées à cette hauteur on les ramifie vers les tuyaux de distribution spéciaux à chaque étage et à chaque pièce. Ces tuyaux distributeurs doivent aussi avoir une direction presque verticale, afin d'éviter les dépôts d'eau de condensation qui pourraient s'y former et qui occasionneraient des bruits et claquements et parfois des ruptures de tuyaux par la force vive que leur communiquerait la vapeur lancée à grande vitesse dans les conduites. On évite aussi avec cette disposition les inconvénients de la gelée pendant les arrêts du chauffage.

Enfin le tuyau sert lui-même de *retour d'eau* (au moins jusqu'aux appareils de condensation) ce qui évite la dépense d'un tuyau spécial. Ces conduites sont aussi munies de compensateurs permettant leur libre dilatation, fig. 18 et 19. Il faut surtout éviter de leur donner la forme d'un siphon renversé, car il se formerait, dans le point le plus bas, des dépôts d'eau qui seraient forts gênants;

3° Appareils de chauffage ou condensateurs de vapeur placés dans les pièces; Ces appareils doivent aussi, autant que possible, présenter des circulations verticales, donnant un facile écoulement à l'eau condensée.

On fait parfois précéder ces appareils de détendeurs de vapeur, pour les soustraire à la fatigue et aux ruptures que causerait une trop grande pression. Et on les fait souvent suivre de purgeurs automatiques de l'eau condensée.

On donne à ces appareils la forme de poêles ou de piédestaux, et on dispose

(1) Consulter l'article chaudières et générateurs, par MM. Droux et Grenier-Chevalier.

parfois l'intérieur de ces poêles en récipients annulaires contenant un certain volume d'eau de condensation qui contribue a maintenir la durée du chauffage après la fermeture des prises de vapeur.

Ces poêles sont également munis de robinets souffleurs, fig. 20, parfois automatiques, permettant la sortie de l'air au moment de l'introduction de la vapeur,

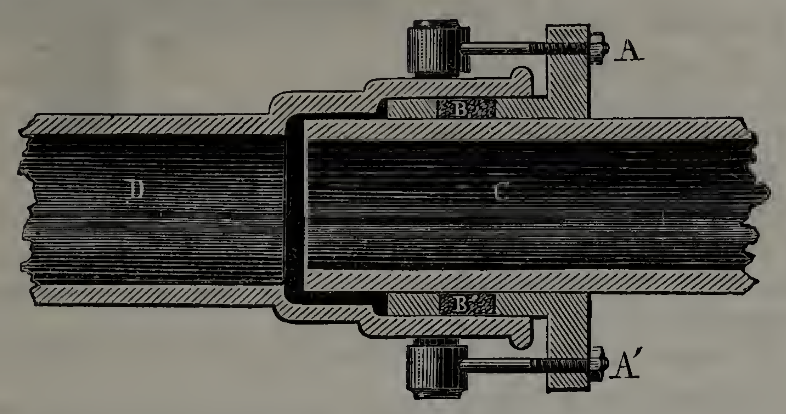


Fig. 18. — Compensateur.

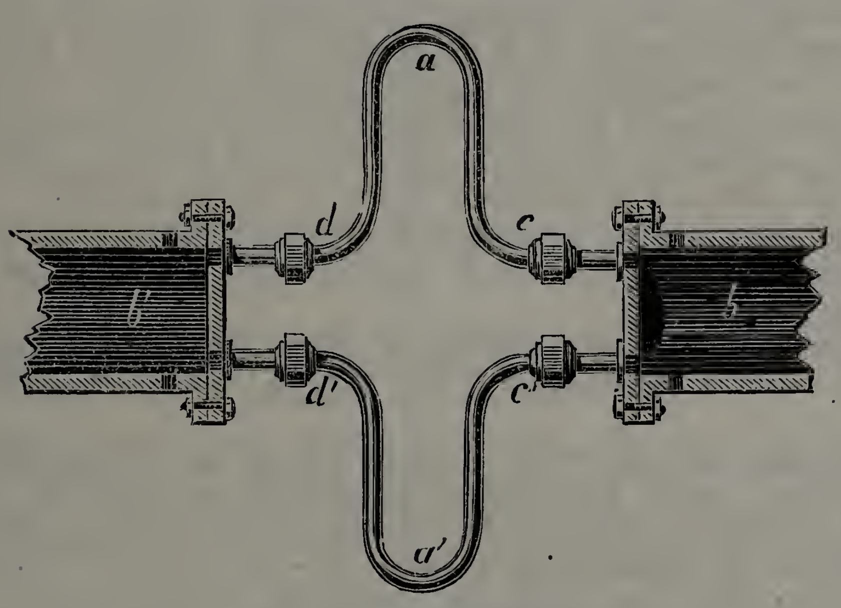


Fig. 19. — Compensateur.

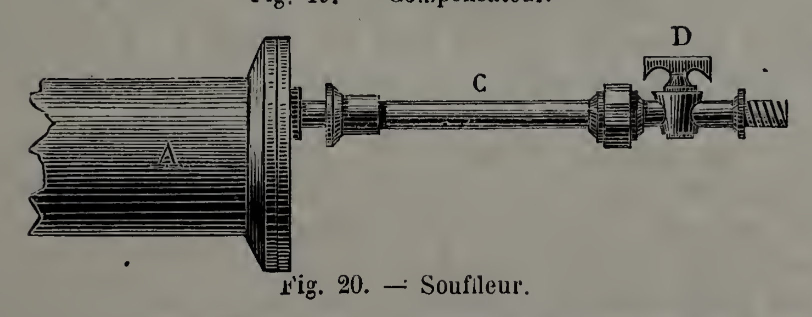


Fig. 20. — Soufileur.

et de reniflards, fig. 21, permettant sa rentrée à la fin des périodes de chauffe; pour éviter l'écrasement et la compression que subiraient sans cela les surfaces extérieures des poêles. On estime ordinairement à $1^k,8$ la quantité de vapeur condensée par mètre carré de surface métallique, ce qui produit environ:

$$537 \times 1,8 = 969 \text{ calories par }^{m^2}.$$

4° Conduites de retour d'eau:

Ces conduites doivent avoir de fortes pentes évitant les dépôts d'eau; il faut donc éviter de les faire passer horizontalement dans l'épaisseur des planchers.

Ces conduites de retour sont parfois supprimées, et simplement remplacées par de courts tuyaux munis d'un robinet de réglement évacuant la vapeur et l'eau condensée directement au dehors, ces robinets forment alors souffleurs et reniflards.

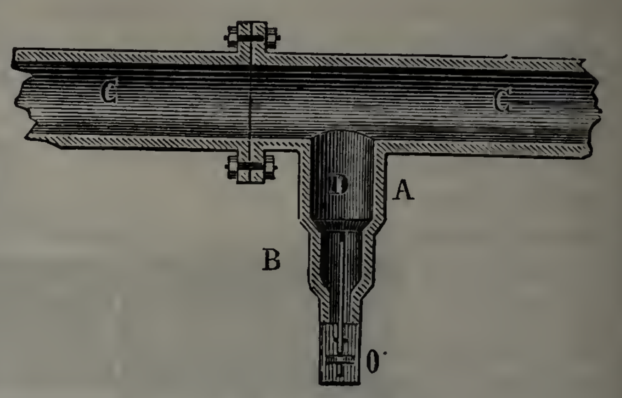


Fig. 21. — Reniflard.

Calorifère à vapeur, *système Sulzer frères de Winterthur, Suisse, exposé en* 1867 *et* 1878 *à Paris.* — « MM. Sulzer (1), ont établi des chauffages à vapeur dans un grand nombre d'édifices, et notamment à l'école polytechnique de Zurich. On remarque dans leurs installations des dispositions intéressantes.

Les tuyaux de vapeur montent immédiatement dans le comble et y circulent dans toute la longueur des bâtiments.

Les poêles à vapeur sont placés dans les divers étages, autant que possible les uns au-dessus des autres, et pour chaque groupe d'appareils superposés, un tuyau descend verticalement de la canalisation du comble et aboutit d'abord au poêle de l'étage supérieur, dans lequel il envoie la vapeur. L'eau condensée dans ce premier appareil se rend ensuite, par le même tuyau que la vapeur, au récipient placé au-dessous, puis à celui du rez-de-chaussée, et enfin au tuyau de retour, qui ramène à la chaudière toutes les eaux condensées.

Cette disposition présente l'avantage de supprimer toute circulation de vapeur dans les planchers et diminue ainsi l'inconvénient des fuites qui peuvent se produire.

La suppression des tuyaux spéciaux de retour d'eau pour chaque appareil, simplifie en outre la canalisation et doit réduire les frais de premier établissement.

L'eau condensée dans les poêles à vapeur s'écoule par un trop plein, de sorte qu'il reste dans le poêle une certaine quantité d'eau chaude qui constitue un réservoir de chaleur et empêche le refroidissement rapide, si, pour une cause quelconque, on est obligé d'interrompre momentanément l'émission de la vapeur. On remédie ainsi à un des principaux inconvénients du chauffage simple à vapeur. Il est difficile, dans ce système de chauffage, de se débarrasser complétement de l'air qui se trouve dans les récipients, il est cependant de la plus grande importance de le faire disparaître, parce que cet air gêne la condensation de la vapeur et peut même arrêter le chauffage.

La manœuvre des robinets de purge de l'air pour chaque récipient est une complication que MM. Sulzer ont évitée par l'emploi d'un appareil automatique qui permet la sortie de l'air sans laisser échapper la vapeur; il se compose de deux lames métalliques juxtaposées, l'une en cuivre, l'autre en fer. La première commande une petite soupape disposée pour fermer un orifice ménagé sur le poêle; lorsque l'air remplit ce dernier, la température est relativement peu élevée, et la soupape laisse l'orifice ouvert. Quand la vapeur arrive et chasse l'air, la température s'élève; et la dilatation plus grande de la tige de cuivre fait fermer la soupape cette disposition très-simple imaginée par MM. Sulzer mérite d'être signalée. »

Calorifère à vapeur, *système Geneste et Herscher, exposé en* 1878, *à Paris.* —

(1) Ser. Rapports du jury international.

La maison Geneste et Herscher a construit un certain nombre de chauffages à vapeur établis dans des conditions excellentes, et dont les différents organes sont parfaitement étudiés au point de vue pratique de leurs fonctions spéciales.

Leurs détendeurs de pression nous semblent bien combinés. Il en est de même de leurs poêles verticaux qui sont garnis de réservoirs d'eau annulaires permettant un chauffage prolongé.

Enfin, la simple et solide disposition donnée à leurs appareils purgeur d'eau, assure le bon fonctionnement de la circulation de la vapeur.

Cet ensemble d'appareils ingénieux constitue donc un système de chauffage à vapeur fort remarquable, et bien digne des vastes applications qu'on se prépare à en faire dans de vastes édifices, notamment à l'Hôtel-de-Ville de Paris.

Calorifère à vapeur et à eau chaude, *système Grouvelle, dessins exposés en* 1878 *par Grouvelle fils.* — L'habile et savant ingénieur Grouvelle est l'inventeur de cet excellent système de chauffage qui réunit les avantages des calorifères à eau à basse pression, avec ceux des calorifères à vapeur, tout en évitant les défauts de chacun de ces deux procédés. Pour faire bien saisir les qualités de ce système nous laisserons la parole à son ingénieux inventeur: « Comme nous l'avons dit, la circulation d'eau directement chauffée par foyer a des défauts qui en rendent l'emploi difficile ou dangereux;

1° Les hautes pressions que supportent les appareils quand on veut chauffer plusieurs étages avec une seule circulation, et les accidents qui peuvent en résulter;

2° La nécessité de restreindre dans les limites assez resserrées d'un développement de tuyaux de 200 mètres à peu près, le service multiple d'un même appareil chauffeur conduisant avec son tuyau d'ascension un certain nombre de circulations descendantes, d'où résulte la nécessité absolue de multiplier dans les grands édifices les chaudières et les foyers.

Accoutumé à puiser dans les diverses industries, des procédés et des ressources appliqués ensuite avec de grands résultats à d'autres travaux, nous avons remarqué que le chauffage des édifices publics manquait d'un moyen général central et simple de production et de répartition de chaleur, qui n'eut ni les défauts que nous venons de montrer pour la circulation d'eau, ni ceux du chauffage à vapeur qui sont: un chauffage difficile à graduer dans les températures modérées, et par conséquent toujours au maximum; la difficulté de régler la température sur une grande longueur, et enfin le refroidissement instantané de tout l'appareil au moment de la fermeture des robinets d'introduction de vapeur.

Nous avons reconnu que ces qualités qui manquent au chauffage à vapeur, c'est-à-dire les qualités d'émission et d'égalisation de chaleur, sont positivement les plus hautes qualités de la circulation de l'eau, et qu'au contraire, les qualités importantes qui manquent au chauffage à circulation, celles de transport et de distribution se trouvent à un haut degré dans le chauffage à vapeur, le plus puissant et le plus rapide moyen de transport de chaleur qui existe.

Nous nous sommes demandé si par leur combinaison ces deux procédés ne se compléteraient pas réciproquement et ne donneraient pas un système capable de suffire pleinement et largement aux besoins les plus compliqués des édifices publics et des habitations particulières, et nous avons trouvé dans les manufactures de toiles peintes, les blanchisseries, teintureries, etc, le procédé complet et tout pratique que nous cherchions, c'est-à-dire la vapeur employée uniquement comme *moyen de transport*, pour chauffer de nombreux réservoirs d'eau placés à tout niveau et à toute distance, jusqu'à plus de 500 mètres si l'on veut.

Nous avons alors compris qu'en fractionnant les circulations d'eau et les poêles, par étage et par localités, et en leur envoyant la chaleur dont ils ont besoin au moyen de la vapeur sortie d'un générateur unique et central, pour un édifice entier, si grand qu'il puisse être, et si nombreux que soient les points à chauffer, nous atteindrions complétement le but, par un moyen tout nouveau dans son application particulière au chauffage des monuments publics, mais éprouvé dans l'industrie par les plus belles applications, circonstance heureuse qui donne ainsi d'avance au procédé nouveau la sanction de l'expérience. »

L'expérience pratique de ce système a, en effet, établi les excellents résultats prévus par son inventeur, et de nombreuses et grandioses applications en ont constaté la haute valeur pratique.

Appliqué d'abord à la prison Mazas, il a suffi pendant longtemps au chauffage de ce vaste édifice. Il y a été remplacé, après usure des appareils, par un chauffage à vapeur que nous décrirons plus loin, au chapitre des prisons, où nous donnons aussi plus de détails sur le système Grouvelle.

Autres appareils *exposés.* — *France dans le palais classe 27*, nous signalons d'abord une cheminée de salle à manger, en tôle, construitepar Hurez, de Paris. La composition et l'exécution de cette belle pièce, donnent une haute idée du talent de nos constructeurs parisiens, et font le plus grand honneur à l'honorable et habile exposant et à ses coopérateurs.

Une grande cheminée en tôle repoussée, vernie et dorée, est exposée par la maison Laperche, de Paris. Malgré le talent d'exécution de cette grande pièce, nous sommes loin d'en admirer l'ensemble. La composition laisse à désirer, elle est empreinte d'une certaine lourdeur, et les ornements dorés dont on l'a surchargée n'ont point l'air de faire corps avec la cheminée, ils sont accrochés et non joints à la construction.

Nous préférons de beaucoup, à ce lourd morceau d'architecture, la superbe cheminée exposée par Laperche en 1867, exécutée en tôle polie sans vernis et sans dorures.

La maison Demotte et Gœscells, de Paris, expose une charmante cheminée de salle à manger, en tôle, avec ornements d'acier poli sur fond mat, du plus heureux effet et dont la composition générale est empreinte d'une élégance toute artistique.

Signalons encore, dans le palais, les foyers de la Compagnie du gaz, dont le bon marché n'empêche pas l'excellente exécution; et transportons-nous dans l'annexe de la classe 27.

Les cheminées en fonte émaillée, exposées par Godin, de Guise, sont d'un excellent usage, l'émail résiste parfaitement bien à une grande chaleur; la garniture en terre réfractaire du foyer assure d'ailleurs à ces appareils une durée prolongée.

La maison Lallier et Octruc, de Paris. expose une remarquable cheminée à houille, en tôle polie et repoussée dont l'ensemble et les détails sont du plus heureux effet. La maison Viellard, de Paris, expose une série nombreuse de cheminées à gaz dont l'exécution est soignée. Mais nous ne saurions recommander l'emploi de ces gracieux appareils, où la flamme est *cachée avec soin* et dont le rayonnement direct est perdu sous une corniche. Nous avons déjà vu, en parlant des combustibles, le peu d'effet utile et le haut prix de ce mode de chauffage, dont l'usage doit être restreint à de très-petites pièces, occupées pendant un temps très-court.

Grande-Bretagne. — La maison Feetham, de Londres, expose plusieurs grilles et garnitures de foyer, en acier poli, dont l'exécution est parfaite. Le style est d'ailleurs en rapport avec celui de l'architecture anglaise qui encadre la cheminée

Il en est de même de la cheminée anglaise du XVIIe siècle, exposée par Longden, de Sheffield. Mais de plus cette cheminée a l'avantage, (rare en Angleterre) de fournir de l'air pur échauffé.

La maison May, de Cowes, expose plusieurs charmantes petites cheminées pour cabines de Yachts, qui sont d'une rare élégance et d'un dessin très-pur. Leur ornementation au moyen de plaques en porcelaine de Minton, est parfaitement réussie, et elle contribue à faire de ces gracieux appareils de véritables objets d'art, bien dignes de figurer sur l'admirable flotte de Yachts, qui est une des merveilles de l'Angleterre.

Les ingénieurs Rosser et Russell, de Londres, fabriquent un modèle de cheminée à air chaud, qui nous paraît préférable aux cheminées anglaises ordinaires en fonte, sans prise d'air.

La maison Steal et Garland, de Sheffield, expose une cheminée en acier poli avec projection d'air chaud, dont l'exécution est remarquable.

En somme la Grande-Bretagne offre des produits excellents, qui ont grand air par leurs larges dimensions et par la manière très-franche de la composition, qui a surtout pour principe de mettre en évidence les éléments essentiels de la combustion et d'en former un harmonieux ensemble.

Belgique. — Les maisons Mouly, Slovers, Toussaint, Van Noten, Wandewiele; de Bruxelles, exposent de charmants intérieurs de cheminées de tous styles et d'une exécution excellente.

Il en est de même des maisons Hansen, et Schaeffer, d'Anvers.

Hongrie. — L'ingénieur Fischer Ignasez, de Buda Pesth, expose une cheminée en faïence blanche, d'un gracieux effet déoratif et d'une exécution poussée jusqu'à la perfection; les arêtes de cette faïence sont aussi vives que celles qu'on obtient du marbre, ce morceau capital fait grand honneur à l'exposant.

Les autres nations n'ayant point exposé de foyers, nous terminerons donc ici la revue des cheminées exposées en 1878.

Autres poêles, *exposés en* 1878, *France, classe* 27. — L'ingénieur Hurez, de Paris, expose deux poêles, dans le style des poêles belges, dont l'exécution est fort remarquable.

Boucher, de Paris, expose plusieurs poêles pour écoles, d'un assez bon aspect, mais dont les prises n'air sont complétement insuffisantes pour la ventilation des locaux encombrés d'enfants.

Paillard, de Paris, expose des poêles à combustion lente, système Joly, dont plusieurs sont fort élégants; nous ferons toutefois remarquer que le système Joly expérimenté à l'exposition de 1867, y a donné des utilisations très-faibles (1); la longue durée de la combustion étant due, dans ces appareils, au manque d'oxygène, il y a production d'oxyde de carbone à l'intérieur et par conséquent perte de près de la moitié de la puissance du combustible employé.

Piet, de Paris, expose un poêle enveloppé de faïence, destiné au chauffage des écoles dont la prise d'air nous paraît encore insuffisante.

Les ingénieurs Roy et Piquefeu exposent des poêles céramiques dont la décoration est bien traitée.

Dans la classe 20, nous avons admiré les poêles en faïence de Delaisse, de Lœbnitz, de Vogt, tous les trois fabricants à Paris, dont les modèles exposés portent l'empreinte d'un goût sûr, et sont d'une exécution brillante.

---

(1) Un chapitre sur le chauffage, par Tronquoy, chez E. Lacroix, p. 10.

Godin, de Guise, expose, dans l'annexe 27, des poêles émaillés dont la construction est bien comprise et l'entretien facile.

La maison Geneste et Herscher expose deux poêles d'école, dont la construction est très-soignée, ils sont enveloppés de laine de scories, matière peu conductrice, car son état filamenteux empêche la propagation des *vibrations* calorifiques. Mais la prise d'air du poêle rond pour 50 élèves est égale a $0^{m2},04$, ce qui donnerait à peine 300^{m3} par heure, au lieu des 1000^{m3} qui sont nécessaires.

Aubert, de Paris, expose un poêle à grille mobile et à double enveloppe, dont il faut surtout remarquer l'ingénieuse disposition de la clef régulateur, qui en s'ouvrant, laisse *entièrement libre* toute la section du tuyau de fumée.

L'ingénieur Nicora, de Paris, expose un poêle dont la disposition est excellente, et dont l'exécution est un modèle de précision et d'ajustage.

Nous signalerons encore le poêle Leras à circulation verticale et prise d'air pur bien disposée.

Belgique. — L'ingénieur de Lairesse, à Liége, expose une pièce hors ligne, c'est un poêle calorifère en bronze et acier, style Renaissance, d'une composition puissante et d'un grand effet décoratif.

Suède. — La Suède est brillamment représentée à Paris, en poêles métalliques et céramiques, ses produits d'une disposition excellente, présentent en outre de grandes dimensions verticales, et ils nous paraissent supérieurs à tout ce qui s'est fait en France et ailleurs.

La compagnie de Rörstrand, à Stockholm, expose des poêles cheminées en faïence, richement décorés et d'une excellente exécution.

La compagnie Bolinder, de Stockholm, expose une série de poêles en fer, de grandes dimensions. Une disposition ingénieuse permet de prendre à volonté l'air à chauffer dans la pièce, ou au dehors. La prise d'air est large, ce qui joint à la grande hauteur des poêles assure une abondante et rapide entrée d'air pur. Le foyer est garni de briques réfractaires, le tuyau de fumée est garni de broches faisant saillie dans le courant de fumée et dans le canal de prise d'air, ce qui échauffe cet air par contact et diminue d'autant, par conductibilité, la température de la fumée. Le tuyau à fumée présente de plus la forme annulaire et le milieu et l'extérieur de cet anneau servent au passage de l'air pur. La fumée laminée entre ces deux cylindres leur cède rapidement sa chaleur, car ils sont parcourus par un courant rapide d'air pur qui s'échauffe au contact des deux cylindres et à celui de l'enveloppe extérieure, en tôle ondulée.

L'évacuation de l'air vicié est d'ailleurs assurée au moyen d'un tuyau spécial. Le poêle calorifère Bolinder est donc un type d'un mérite exceptionnel, et il nous paraît certainement supérieur à tous ceux connus.

L'ingénieur Lamm, à Stockholm, expose un poêle calorifère métallique qui présente une grande partie des mérites du précédent.

La fermeture hermétique est assurée au moyen de portes à mouvement vertical se forçant sur un biseau.

Ce poêle est très-remarquable, et ses vastes dimensions lui assurent une puissance énorme de chauffage. En résumé les poêles suédois nous semblent fort heureusement conçus et parfaitement exécutés, et nous pensons qu'il y aurait lieu de s'inspirer de ces beaux modèles afin d'en étendre les applications dans tous les pays où les froids sont rigoureux.

Russie. — L'usine d'Abo, (Finlande), expose un poêle calorifère en fonte, à ailettes et saturateur dans le genre du système Gurney, Andsten, à Helsingfors (Finlande), expose de charmants poêles en faïence blanche d'une grande pureté.

L'ingénieur Flavitzki, de Saint-Pétersbourg, auteur d'un ingénieux système de

ventilation par doubles fenêtres (1), expose plusieurs calorifères en terre émaillée, et un modèle d'anémomètre à timbre, qui n'est point aussi nouveau que le pense le général Morin, car nous trouvons justement dans les *Annales du Conservatoire* (1860) tome I, p. 377, le passage suivant, du professeur Tresca, sur l'anémomètre Combes ; « Un petit *timbre* est d'ailleurs disposé pour sonner chaque dizaine, et aide encore à la sûreté des observations. »

L'architecte Sviatzeff, à Saint-Pétersbourg, bien connu par son ouvrage sur le chauffage, expose un petit modèle de poêle calorifère.

Enfin l'ingénieur Schouberski, à Saint-Pétersbourg, expose un poêle en fer à roulettes, fort commode pour chauffer faiblement et successivement plusieurs pièces. Ce poêle est connu à Paris sous le nom de poêle Américain.

Autriche. — L'ingénieur Heim, de Vienne, expose plusieurs poêles système Meidinger, d'une admirable exécution ; la fonte de fer y est traitée avec élégance et une grande netteté.

Il en est de même pour les poêles Geburth, de Vienne, qui expose de nombreux modèles, d'une excellente exécution.

Suisse. — La maison Bodmer et Biber, au Seefeld, expose des poêles en faïence très-heureusement composés, dans tous les styles, et qui peuvent être introduits, grâce à leur élégance, dans les appartements les plus somptueux.

Danemark. — La compagnie des fondeurs, de Copenhague, expose plusieurs poêles en fonte verticaux, dont le tuyau à fumée porte des renflements, qui augmentent considérablement sa surface de chauffe ; une large prise d'air pur assure l'heureux effet de ces puissants appareils qui semblent répondre aux besoins d'un énergique chauffage et d'une abondante ventilation.

Le Danemark est d'ailleurs fort honorablement représenté dans la classe 27, par MM. Bohnesen et Ramsing, Riedel, Rosen ; qui exposent d'ingénieux plans de chauffage et ventilation d'écoles, églises, wagons, hôpitaux ; étudiés avec une rare indépendance et d'une façon toute personnelle, qui double leur mérite en affirmant la puissante vitalité du caractère Danois.

Autres calorifères *exposés en 1878, France, Palais.* — Nous signalerons d'abord l'excellent système dû à feu d'Hamelincourt, où la fumée passe dans un vaste corps central en montant jusqu'au sommet de l'appareil, arrivée en ce point, la fumée redescend dans plusieurs tuyaux verticaux, et elle s'échappe enfin dans la cheminée, après une circulation méthodique qui assure le bon emploi de la chaleur.

Les ingénieurs Gireaudau et Jalibert, exposent de bons modèles de calorifères, à circulation verticale et méthodique.

Besana expose un calorifère à circulations horizontales assez bien disposé, et surtout fort solidement exécuté.

Milhomme expose un calorifère à circulations horizontales et tubes carrés, qui présentent une large surface de chauffe.

Michel Perret expose un calorifère céramique avec foyer à étages pour utiliser les poussières de combustibles, qui atteint parfaitement ce but spécial. Mais le prix énorme de ce calorifère (1000 f^fr par M² de céramique), le grand volume qu'il occupe, la manœuvre compliquée et la saleté produite par les manipulations de poussier, s'opposent à son emploi dans les habitations.

France, annexe du chauffage. — L'ingénieur Réveilhac expose de solides

(1) Une brochure chez E. Lacroix, à Paris.

calorifères en fonte, et tout un excellent système de tuyaux en fonte pour leur construction.

L'ingénieur Rousseau expose un calorifère à circulations verticales, d'une exécution soignée.

Langlois expose un calorifère en tôle bien combiné pour la circulation méthodique des gaz du feu.

La place nous fait défaut pour citer tous les autres appareils exposés, et nous sommes forcé d'arrêter ici cette revue générale des appareils de chauffage.

CHAUFFAGE & VENTILATION

TROISIÈME PARTIE

VENTILATION

PRINCIPES, SYSTÈMES ET APPAREILS

SOMMAIRE

Origine de la ventilation. — Sa nécessité. — Composition de l'air. — Proportion en CO^2. — Respiration. — Influence des miasmes organiques. — Acide carbonique produit par la respiration sous différentes influences (âge, veille, sommeil, travail, température, maladies). — Volumes d'air nécessaires à la respiration. — Vapeur d'eau produite par la respiration. — Chaleur humaine. — Volumes d'air nécessaires à l'éclairage, par : bougies, huile, gaz, gaz oxyhydrique, électricité. — Extraction de l'air vicié. — Analyses de l'air confiné. — Conséquences. — Introduction de l'air pur. — Systèmes de ventilation : Naturelle, aspiration, pulsion. — Aspiration et pulsion combinées. — Appareils d'observation : Anémomètres, manomètres, hygromètres. — Appareils de ventilation : Cheminées d'appel. — Appareils d'entraînement de l'air par : L'eau, l'air, la vapeur. — Ventilateurs hélices. — Ventilateurs centrifuges. — Rafraîchisseur d'air.

PRINCIPES DE VENTILATION.

Origine de la ventilation. — La ventilation d'un édifice consiste à y faire pénétrer méthodiquement tout le volume d'air pur nécessaire à son assainissement complet, et d'autre part à extraire de cet édifice tout l'air vicié et tous les gaz insalubres qui peuvent y être produits.

Bien que l'art de la ventilation ait été pratiqué à une époque très-reculée pour assainir les galeries de mines (ce dont nous ne devons point nous occuper ici), il paraît n'avoir été appliqué à la ventilation des édifices qu'à une époque relativement récente.

C'est en 1714, que parut le traité de la Méchanique du feu par le savant français N. Gauger, avocat au parlement de Paris ; et c'est dans ce livre qu'il est pour la première fois donné un moyen pratique de faire entrer l'air pur, *à telle température que l'on veut*, dans les habitations, et d'en extraire méthodiquement l'air vicié. Nous avons donné, à l'article chauffage, tous les détails nécessaires pour établir la preuve que c'est bien Gauger qu'il faut considérer comme le créateur de la ventilation rationnelle des habitations, nous n'y insisterons donc pas plus longtemps ici.
qu'un intervalle de temps suffisant se fut écoulé pour permettre d'en apprécier les conséquences avec certitude.

Nous allons voir que cet inventeur a été également l'inspirateur d'un autre savant physicien français, Désaguliers, à qui revient l'honneur de la première application de la ventilation à un grand édifice.

Ce savant français réfugié à Londres, après la déplorable révocation de l'édit de Nantes, traduisit en 1715 le traité de la Méchanique du feu de Gauger, dont nous avons déjà parlé à l'article chauffage; ce traité fort bien raisonné le mit sur la voie des applications de la mécanique des gaz au chauffage et à la ventilation des édifices et des navires. Nous laissons la parole à cet illustre inventeur, trop peu connu en France (1).

« En 1715, je traduisis du *François en Anglois* un livre intitulé *la Méchanique du feu*, qui a été composé par M. Gauger, homme d'esprit à *Paris*, quoiqu'il ait caché son nom.

Ce livre contient plusieurs moyens de faire entrer l'air chaud dans une chambre dans le besoin, en le faisant circuler dans des tuyaux.

Je crus que cela valait mieux que les poêles dont on se sert pour échauffer l'air, en respirant toujours le même air, ce qui est nuisible à la santé.

En 1723, j'appliquai cette invention à purifier la Chambre des Communes, du mauvais air, ce que je fis de la manière suivante :

A chaque coin de cette Chambre dans le plafond il y a un trou qui est le bas d'une pyramide tronquée, laquelle monte de six ou huit pieds dans la chambre qui est au-dessus de celle des Communes, et qui a été placée par le sieur Cristophle Wren (2) pour donner issue à l'air (cet air étant corrompu par la respiration de tant de monde et par la fumée des chandelles qu'on y allume).

Mais il est arrivé que le haut des pyramides étant ouvert et l'air qui est au-dessus se trouvant plus froid et par conséquent plus dense, poussait en bas avec violence l'air de la Chambre et nuisait à ceux qui étaient sous ces ouvertures.

Je fis bâtir deux cabinets à chaque bout de la chambre qui est au-dessus de celle des Communes, entre deux pyramides, et conduisant un tuyau depuis ces pyramides jusqu'aux cavités garnies de fer, qui entourent une grille de feu arrêtée dans les cabinets; aussitôt que le feu est allumé dans ces grilles vers le midi, l'air s'élève de la Chambre des Communes par ces cavités échauffées dans les cabinets, et s'échappe en cette manière par les cheminées.

Mademoiselle Smith, concierge de la Chambre, étant en possession de l'appartement qui est au-dessus de la Chambre des Communes, crut qu'on ne devait pas la troubler dans l'usage qu'elle faisait de cet appartement, et elle fit tout ce qu'elle put pour détruire l'opération de ces machines. A la fin elle prit le parti de n'allumer le feu qu'après que la Chambre aurait pris séance pendant quelque temps et lors qu'elle serait bien échauffée, car alors l'air des cabinets n'ayant pas été échauffé, descendant dans la Chambre et y trouvant un air moins dense et qui résistait peu, la Chambre en devenait plus chaude au lieu de se rafraîchir; mais lorsque le feu a été allumé avant l'assemblée des membres de la Chambre. l'air est monté de la Chambre dans les cabinets et s'est échappé par les cheminées. Il a continué de même pendant tout le jour tenant la Chambre très-fraîche.

Un peu après cela j'échauffai la Chambre des Lords par une autre invention; j'arrêtai l'air froid qui y entrait avec vitesse de tous les côtés à travers le feu et qui par là causait de grandes douleurs au dos et aux jambes de ceux qui en étaient proches. N. B. J'ai décrit cette machine dans la dernière édition de ma méchanique du feu, et elle est encore en usage dans la Chambre des Lords.

(1) Désaguliers *Cours de Physique Expérimentale*, traduit par le R. P. Pezenas, Paris 1751, tome II, p. 464 et suivantes.

(2) Le célèbre architecte de l'église Saint-Paul, à Londres.

En 1736, M. Georges Beaumont et plusieurs autres membres de la Chambre des Communes, voyant que le projet de rafraîchir la Chambre par les machines à feu décrites ci-devant, avait échoué, me demandèrent si je ne pourrais pas trouver quelque invention pour en tirer l'air échauffé et corrompu, par une personne qui dépendit entièrement de moi; comme je le promis, on appointa un comité pour m'ordonner de construire une pareille machine; c'est ce que j'exécutai et je la nommai roue centrifuge, et l'homme qui la faisait tourner fut nommé *Ventilateur*.

Cette roue, quoiqu'à certains égards, semblable aux soufflets de Hesse, de Papin, en diffère pourtant beaucoup. Elle est plus efficace et capable d'attirer l'air corrompu et d'introduire de l'air nouveau, ou de faire ces deux choses tout à la fois, selon que le Président de la Chambre des Communes juge à propos de l'ordonner; car le Ventilateur est obligé de prendre ses ordres tous les jours des séances, et cette roue est toujours en usage. »

Le physicien français Désaguliers avait donc, de 1723 à 1736, mis en usage dans de vastes édifices tous les procédés principaux encore employés aujourd'hui: aspiration par cheminées d'appel, introduction d'air chaud ou frais sans courants gênants, (d'après la méthode de Gauger), application des ventilateurs mécaniques à l'aspiration, à la pulsion, et à la combinaison de l'aspiration et de la pulsion. Il est donc bien, avec Gauger, un des inventeurs de la ventilation appliquée aux édifices sous toutes les formes principales et rationelles, que le temps à rendues plus pratiques et plus efficaces, mais qui reposent toujours sur les principes fondamentaux posés par Gauger et Désaguliers.

La France peut donc revendiquer pour ses deux illustres enfants la gloire d'avoir inventé et mis en pratique un des arts les plus utiles à l'humanité, puisque l'oubli ou l'inobservation de ses principes peut avoir sur la durée de la vie humaine une influence des plus funestes, et qu'au contraire l'application méthodique de ces principes a pour résultat assuré une prolongation moyenne de vie qui peut aller du simple au double, ainsi qu'on le verra plus loin.

Nécessité de la ventilation. — Tous les êtres vivants ont besoin d'air pour vivre (1). La démonstration de cette vérité est due aux physiciens de l'Académie del Cimento, à Robert Boyle, à Huyghens, Jean Bernouilli, etc.

Les physiciens de Florence faisaient le vide d'un coup, à l'aide d'une espèce de baromètre à vaste chambre, fermée par une vessie; Robert Boyle et les physiciens anglais employaient le vide graduel de la machine pneumatique.

Tous reconnurent *qu'un animal ne peut vivre dans le vide*; seulement, tandis que les oiseaux y périssent rapidement, les reptiles luttent plus longtemps, les poissons plus encore, et les insectes peuvent résister pendant plusieurs jours.

Jean Bernouilli vit, de son côté, que les poissons ne peuvent vivre dans de l'eau d'où l'on a chassé l'air par l'ébullition.

Il se trouva ainsi établi que tous les animaux ont besoin d'air, et que ceux qui vivent dans l'eau en trouvent, dans ce liquide, une quantité suffisante à l'état de dissolution.

Une autre vérité non moins importante, qui ne fut nettement établie que par Robert Boyle, c'est la nécessité que cet air soit constamment renouvelé.

Aristote le savait déjà, et attribuait la mort des animaux renfermés dans des vases clos à l'échauffement de l'air confiné. Mais Robert Boyle démontra d'abord qu'on ne peut prolonger la vie des animaux, même en refroidissant convenablement l'air, tandis qu'ils peuvent vivre fort longtemps si on leur fournit de

(1) Paul Bert. Leçons sur la respiration, p. 4.

temps en temps de l'air nouveau. Ainsi se trouvaient démontrées non-seulement la nécessité de la présence de l'air, mais celle de son renouvellement, conditions qui étaient ainsi à la fois nécessaires et suffisantes pour l'entretien de la vie des êtres animés.

Les expériences ci-dessus, faites en vases complétement clos, ont été confirmées par d'autres faites involontairement, dans des locaux fermés imparfaitement, mais accidentellement encombrés d'une grande masse d'hommes. Parmi les rares exemples de ces accidents funestes, nous citerons les deux suivants, dont le récit est rapporté par la plupart des hygiénistes :

A la fin du XVIIIe siècle, pendant les guerres des Anglais dans l'Inde, 146 soldats Anglais prisonniers des Indiens furent renfermés dans une petite salle, où l'air ne pouvait parvenir que par deux ouvertures étroites débouchant dans un long corridor. Les prisonniers asphyxiés à la fois par le manque d'air et par la chaleur, ne purent résister à cette absence absolue d'air pur, et au bout de huit heures, cent vingt-trois d'entre eux étaient morts, et les vingt-trois restants ne purent être rétablis qu'au bout de plusieurs jours de convalescence.

Un accident identique eut lieu après la bataille d'Austerlitz ; trois cents prisonniers Autrichiens furent enfermés dans une cave si étroite, que 260 périrent en une seule nuit.

Mais ces terribles accidents arrivent bien rarement, car on a fini par comprendre le danger d'agglomérations aussi compactes.

L'encombrement des édifices n'atteint donc presque jamais ces proportions extrêmes ; mais on y rencontre très-souvent un encombrement réel et continu dont les effets moins brusques n'en sont pas moins fort dangereux par la persistance constante de l'action qui les fait naître. L'exemple suivant emprunté au général Morin (Académie des Sciences 1869) en est une preuve éclatante. « Dans le courant de 1868, M. Fournet, de Lisieux, fit établir un système de ventilation pour assainir un vaste atelier de tissage qu'il possède à Orival, dans lequel sont réunis en une seule salle, quatre cents ouvriers et quatre cents métiers éclairés par quatre cents becs de gaz.

Cet atelier a rez-de-chaussée à 61 mètres de longueur, 35 mètres de largeur et sa hauteur sous entraits n'est que de $3^{m},3$.

La surface du plancher est de 2026^{m2}, ce qui correspond à un peu plus de 5^{m2} par ouvrier. La capacité totale de l'atelier est de 6000^{m3} environ, ce qui n'alloue que 15^{m3} d'espace cubique à chaque ouvrier.

Le grand nombre des ouvriers, la nécessité de maintenir les chaînes des toiles dans un état convenable d'humidité, l'influence des produits de la combustion du gaz, l'absence de ventilation, rendaient l'atelier d'Orival tellement insalubre, que le nombre des ouvriers indisposés ou malades, dans la partie centrale la plus éloignée des portes, y était habituellement de trente à quarante, (soit près du $^1/_{10}$ en moyenne), sur lesquels une douzaine en moyenne, étaient obligés de suspendre tout travail et de garder la chambre.

Les ouvriers valides, souvent incommodés l'été par la chaleur, l'hiver par les émanations du gaz, étaient obligés de sortir pour respirer l'air pur ; beaucoup d'entre eux éprouvaient un malaise qui leur enlevait l'appétit, la vigueur ; la production de l'atelier s'en ressentait. Telles étaient les conditions fâcheuses auxquelles M. Fournet regardait comme un devoir de porter remède, sans se préoccuper des sacrifices à faire pour y parvenir. Les travaux commencés en juin n'ont été terminés qu'en août 1868.

Dès les premiers jours du fonctionnement de la ventilation, l'amélioration dans l'état de l'air de cette salle, précédemment infectée d'odeurs nauséabondes, qui causaient aux ouvriers un malaise indéfinissable et leur enlevaient une partie de leur énergie, devint immédiatement sensible ; mais j'ai voulu attendre

Il y a maintenant près de dix mois que la ventilation fonctionne régulièrement. Les rapports mensuels du médecin et du sous-directeur de l'établissement, constatent que le nombre des malades a considérablement diminué, et il n'en manque plus au travail que 3 ou 4 par jour, au lieu des trente ou quarante qui manquaient avant l'établissement de la ventilation.

Une autre preuve aussi caractéristique de l'amélioration de la santé des ouvriers, a été fournie par le service de la boulangerie établie dans l'usine de M. Fournet. L'administrateur de cette boulangerie, surpris d'avoir à constater un accroissement notable dans la consommation , en a fourni l'état suivant au chef de l'établissement.

Dernier trimestre de 1867.	Atelier non ventilé . . .	15,656^{kg}.
— — 1868.	Atelier ventilé	20,014
	différence en plus . . . . . =	4,358

Ces résultats n'ont pas besoin de commentaires. On voit, par cet exemple, quelle salutaire influence peut exercer sur la santé des nombreux ouvriers de certains ateliers un renouvellement abondant de l'air. »

Une grande expérience faite récemmeut en Angleterre et dans ses colonies, sur la plus large échelle, a également prouvé l'heureuse influence d'un bon système de ventilation sur la santé des soldats.

En 1857, un rapport médical officiel avait signalé l'élévation de la mortalité dans l'armée anglaise, elle s'élevait, par an, à 17,5 par 1000 soldats; tandis qu'elle atteignait à peine 9,2 pour 1000 hommes dans la population civile.

Une enquête fut ouverte, elle eut pour résultat d'assigner aux causes principales de cette mortalité, l'encombrement des casernes et l'absence de ventilation (1).

Le ministre de la guerre, Lord Panmure, prit *immédiatement* toutes les mesures nécessaires à la transformation hygiénique des casernes, et chaque chambre fut pourvue d'une cheminée ventilatrice (système Belmas, type dessiné par Douglas-Galton), et d'orifices d'admission d'air pur et d'extraction d'air vicié.

Depuis la mise en usage de ces appareils dans les casernes anglaises on a constaté officiellement une diminution énorme dans la mortalité de l'armée (2).

La mortalité qui était de 17,5 pour 1000, en 1857, en Angleterre, est tombée à 7,72 en 1876; les morts résultant de fièvres ont été réduites dans la proportion de 12,53 à 1,69.

A Gibraltar où la mortalité atteignait 21,4 par 1000, elle est tombée maintenant à la très-faible proportion de 5,5 par 1000.

Dans l'Inde anglaise la mortalité s'élevait en 1859 à l'énorme chiffre de 69 par 1000. Actuellement elle ne dépasse point 18,48 (Chadwick).

Après des exemples aussi frappants des bons effets de la ventilation sur la santé et l'abaissement de la mortalité, c'est-à-dire sur le prolongement de la durée moyenne de la vie de l'homme, nous croyons inutile d'en parler plus longuement, et nous pouvons enfin considérer la nécessité de la ventilation comme parfaitement démontrée par la grande expérience hygiénique due à l'initiative intelligente du gouvernement de la Grande-Bretagne; initiative que nous désirons voir imitée par tous les pays civilisés, et surtout par la France.

(1) *Études sur la ventilation*, général Morin, tome I, p. 56.

(2) Public *Health*, by Edwin Chadwick, London, 1877. L'important mémoire de M. Chadwick a été analysé dans *le Temps*, 14 mars 1878, par M. Vernier.

Composition de l'air. — L'air libre est principalement formé d'un mélange de deux gaz parfaitement transparents, l'azote qui y entre dans la proportion de 23,1 %, en poids; et l'oxygène qui en forme 76,9 % en poids. L'air contient aussi une quantité variable de vapeur d'eau. Il contient en outre de l'acide carbonique en quantité également variable; de l'ammoniaque en petite quantité, de l'acide azotique, parfois de l'hydrogène et des traces d'iode.

L'air pur contient souvent de l'ozone, gaz qui paraît jouer un grand rôle dans la destruction des miasmes et qui semble n'être lui-même qu'une forme particulière de l'oxygène douée d'une action chimique extrêmement énergique.

Enfin, l'air libre contient un grand nombre de corpuscules organisés, dont la découverte est due à notre illustre compatriote, Pasteur; qui ont certainement une influence considérable sur les fermentations, et sur la transmission des maladies contagieuses.

On admet généralement que l'air est d'autant plus pur qu'il contient moins d'acide carbonique; non pas à cause de l'action directe de ce gaz qui n'est pas toxique, mais simplement irrespirable; mais bien à cause des gaz ou des miasmes organiques dont la présence est très-difficile à constater directement, et dont il donne facilement *l'étiquette*, suivant la juste expression du professeur Fonssagrives (1). On comprend donc toute l'importance qui s'attache aux résultats des analyses de l'air et de sa proportion variable en acide carbonique.

Nous allons donner ici quelques-uns de ces résultats, qui nous serviront plus loin de base pour déterminer les volumes d'air nécessaires à une bonne et hygiénique ventilation.

Proportions d'acide carbonique de l'air libre (en volumes), et sur 10,000 parties d'air. — On doit à Théodore de Saussure les analyses suivantes obtenues par une méthode exacte:

ANAYLSES D'ÉTÉ.		ANALYSES D'HIVER.	
1809, 20 août..	= 7,79	1809, 31 janvier	= 4,56
1811, 27 juillet..	= 6,47	1811, 2 janvier	= 4,66
1815, 15 juillet..	= 7,13	1812, 7 janvier	= 5,12
Moyenne d'été	= 7,13	Moyenne d'hiver	= 4,79

Plus tard M. Boussingault exécuta de nombreux dosages d'acide carbonique à l'aide de la méthode de Brunner devenue classique. Un certain volume d'air, dépouillé de la vapeur d'eau par son passage à travers de la ponce sulfurique, circule dans des tubes en U, remplis de ponce imbibée d'une solution de potasse caustique. L'augmentation des poids de ces tubes est *considérée* comme donnant le poids d'acide carbonique qu'ils ont retenu; M. Boussingault a trouvé ainsi que le volume d'acide carbonique contenu dans 10,000 parties d'air, était de 3,9 pendant le jour et 4,2 pendant la nuit.

Le peu d'accord des chiffres de Saussure et de Boussingault nous a déterminé à faire des recherches sur le choix à faire entre ces résultats si différents.

Après de nombreuses lectures sur ce sujet si important nous avons enfin trouvé dans le Traité d'analyse chimique du Dr Mohr, traduction française, 1875, p. 340, l'explication raisonnée de ce désaccord; il signale les causes d'erreurs suivantes, dans le procédé de Brunner employé par Boussingault:

1° L'acide sulfurique de l'appareil à dessécher *retient de l'acide carbonique*;

2° La dissolution de potasse absorbe de l'oxygène;

3° Enfin, la quantité d'acide carbonique est beaucoup trop faible pour qu'on puisse considérer comme *exact* le poids obtenu.

(1) Fonssagrives, Hygiène des villes p. 342.

M. Mohr donne plus loin une nouvelle méthode exempte de ces causes d'erreur, et avec laquelle Hugo Gilm, a fait 19 dosages qui lui ont donné de 3,82 à 4,58 volumes sur 10,000 d'air, en moyenne 4,16, ce qui est d'accord avec la moyenne de toutes les expériences de Saussure M. Mohr donne les trois dosages suivants: 1856 à Coblentz 5,7 pour 10,000; 1856 à Coblentz 5,03 sur 10,000.

Enfin, le 23 mars 1872, 3,4 sur 10,000 volumes.

Nous admettrons donc que la proportion d'acide carbonique de l'air peut atteindre et même dépasser la proportion de 0,0005 en volume, et c'est cette proportion, suffisamment élevée pour tous les cas, que nous prendrons plus loin comme base de nos calculs sur la recherche des volumes d'air à fournir aux différents édifices, pour obtenir une suffisante et efficace ventilation.

Respiration. — Lavoisier s'exprime ainsi sur ce phénomène vital (1): « En partant des connaissances acquises, et en nous réduisant à des idées simples, que chacun puisse facilement saisir, nous dirons d'abord, en général, que la respiration n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée, et que, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument.

Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'atmosphère qui fournit l'oxygène et le calorique; mais, comme dans la respiration c'est la substance même de l'animal, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture.

Les preuves de cette identité d'effets entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus, à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène; il renferme non-seulement du gaz acide carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, comme l'air vital, ne peut se convertir en acide carbonique que par une addition de carbone; qu'il ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène; que cette double combinaison ne peut s'opérer sans que l'air vital perde une partie de son calorique (2) spécifique, il en résulte que l'effet de la respiration est d'extraire du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et d'y déposer à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue avec le sang dans toutes les parties de l'économie animale, et entretient cette température à peu près constante qu'on trouve dans tous les animaux qui respirent.

On dirait que cette analogie qui existe entre la combustion et la respiration n'avait point échappé aux poëtes, ou plutôt aux philosophes de l'antiquité, dont ils étaient les interprètes et les organes. Ce feu dérobé du ciel, ce flambeau de Prométhée, ne présente pas seulement une idée ingénieuse et poétique, c'est la peinture fidèle des opérations de la nature, du moins pour les animaux qui respirent: on peut donc dire avec les anciens, que le flambeau de la vie s'allume au moment où l'enfant respire pour la première fois, et qu'il ne s'éteint qu'à sa mort. En considérant des rapports si heureux, on serait quelquefois tenté de croire qu'en effet les anciens avaient pénétré plus avant que nous dans le sanctuaire des connaissances, et que la fable n'est véritablement qu'une

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences* 1789 p. 185, et Œuvres de Lavoisier, édition Dumas, imprimerie Nationale, tome II, p. 691.

(2) Il y a ici une réserve à faire sur l'origine du calorique.

allégorie, sous laquelle ils cachaient les grandes vérités de la médecine et de la physique..... »

« Il résulte des expériences auxquelles M. Seguin s'est soumis qu'un homme à jeun et dans un état de repos, et dans une température de 26°, (Réaumur) consomme par heure 1210 pouces d'air vital (oxygène); que cette consommation augmente par le froid, et que le même homme, également à jeun et en repos mais dans une température de 13° seulement, consomme par heure 1344 pouces d'air vital. Pendant la digestion cette consommation s'élève à 1900 pouces.

Le mouvement et l'exercice augmentent considérablement toutes ces proportions, M. Seguin étant à jeun et ayant élevé pendant un quart d'heure un poids de 15 livres à une hauteur de 613 pieds, sa consommation d'air vital pendant ce temps a été de 800 pouces, c'est-à-dire de 3200 pouces par heure.

Enfin le même exercice fait pendant la digestion, a porté à 4600 pouces par heure la quantité d'air vital consommée.....

Il résulte de tout ce que nous venons de dire, que la quantité d'air vital que consomment les différents individus est très-variable, et qu'elle n'est rigoureusement la même dans aucune circonstance de la vie.....

Tant que nous n'avons considéré dans la respiration que la seule consommation de l'air, le sort du riche et celui du pauvre était le même, car l'air appartient également à tous et ne coûte rien à personne; l'homme de peine qui travaille davantage jouit même plus complétement de ce bienfait de la nature. Mais maintenant que l'expérience nous apprend que la respiration est une véritable combustion, qui consume à chaque instant une portion de la substance de l'individu, que cette consommation est d'autant plus grande que la circulation et la respiration sont plus accélérées, qu'elle augmente à proportion que l'individu mène une vie plus laborieuse et plus active, une foule de considérations morales naissent comme d'elles-mêmes de ces résultats de la physique.

Par quelle fatalité arrive-t-il que l'homme pauvre qui vit du travail de ses bras, qui est obligé de déployer pour sa subsistance tout ce que la nature lui a donné de forces, consomme plus que l'homme oisif, tandis que ce dernier a moins besoin de réparer?

Pourquoi, par un contraste choquant, l'homme riche jouit-il d'une abondance qui ne lui est pas physiquement nécessaire et qui semblait destinée pour l'homme laborieux? »

On ne se douterait guère en lisant ces paroles empreintes de la charité la plus élevée, que Lavoisier dût périr quelques années plus tard sur l'échafaud révolutionnaire, frappé par des français dont il ne voulait que le bonheur (1)!

Influence des miasmes organiques. — Nous avons dit que la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air confiné pouvait servir à mesurer le degré d'insalubrité de cet air; mais nous croyons devoir faire encore remarquer que ce n'est pas l'acide carbonique qui joue le rôle principal dans l'asphyxie par l'air confiné.

La vapeur d'eau qui se dégage, soit de la muqueuse pulmonaire, soit de la surface cutanée, renferme en suspension ou en dissolution, une matière animale putrescible, à laquelle les recherches des physiologistes et les travaux des hygiénistes tendent à faire jouer le principal rôle dans les effets de l'air vicié sur l'économie animale (2).

(1) Nous avons lieu de nous étonner que Paris n'ait pas encore élevé en l'honneur de cet illustre et malheureux savant une statue monumentale digne du grand fondateur de la chimie.

(2) Marvaud. *Etude sur les casernes*, p. 16.

Il résulte des travaux de Becquerel et de Gavarret, que les accidents déterminés par ce dernier ne résultent ni de l'excès de l'acide carbonique, ni de la saturation par la vapeur d'eau, mais bien des *miasmes physiologiques* (Becquerel), des *miasmes putrides* (Gavarret), provenant des diverses sécrétions de l'homme, et tenus, soit en dissolution, soit en suspension dans la vapeur d'eau contenue dans l'air.

En effet, les animaux périssent dans une enceinte parfaitement close, lorsqu'on leur fournit la quantité d'oxygène nécessaire à leur respiration et qu'on absorbe l'acide carbonique à mesure qu'il se forme (Gavarret) (1).

Si l'on place deux oiseaux de même espèce et de même taille sous deux cloches de verre de mêmes dimensions, et si l'on met avec le premier animal une certaine quantité de chaux vive pour absorber l'acide carbonique, et avec le second du charbon animal pour absorber les matières organiques, ce dernier vit beaucoup plus longtemps que l'autre (Mantegazza) (2).

Les miasmes organiques ont donc une influence prépondérante dans l'insalubrité de l'air confiné, et il est parfaitement établi, par ces expériences, que la présence de l'acide carbonique n'est point la cause principale de cette insalubrité.

On admet seulement que les miasmes organiques sont en *proportion directe* de la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air confiné.

Acide carbonique produit par la respiration. — Nous venons de voir que la respiration n'est qu'une simple combustion de carbone et d'hydrogène. La combustion de ce dernier corps donne naissance à de l'eau. La transpiration donne également de l'eau mais on n'attache, en ventilation, peu d'importance à la vapeur d'eau ainsi produite, car le volume d'air nécessaire pour la dissoudre est toujours plus que suffisant quand il est basé sur la quantité d'acide carbonique produite par la respiration.

Nous ne considérerons donc ici que le volume d'acide carbonique produit dans les diverses circonstances de la vie.

Influence de l'âge. — Nous empruntons au travail des professeurs Andral (3) et Gavarret, les chiffres suivants, établissant les différences profondes exercées par l'âge de l'homme sur la production en acide carbonique, (exhalé par le poumon seulement).

Age.	Quantités d'acide carbonique par heure en grammes.
8 ans	18,3
15	31,9
16	39,6
16 à 20	41,8
20 à 24	44,7
40 à 60	37,0
50 à 80	33,7

Influence de l'état de veille ou de sommeil (4). — Scharling avait déjà remarqué que la quantité d'acide carbonique diminuait notablement pendant le sommeil. Cette observation à été confirmée par MM. Pettenkofer et Voit, qui ont de plus constaté ce fait important que, pendant le sommeil, l'économie fait provision d'oxygène. Les expériences ont été faites sur un homme de 28 ans, du poids de 60 kil. Exhalaison totale d'acide carbonique pendant 12 heures de

(1) Supplément au Dictionnaire des dictionnaires.
(2) Elementi d'Igiène, p. 229.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 1843.
(4) *Dictionnaire de chimie* de Wurtz, article respiration.

jour, (travail modéré), = 532 grammes, soit par heure de jour $\frac{532}{12}$ = 44g,3.
Exhalaison totale d'acide carbonique pendant 12 heures de sommeil = 378 gram. soit par heure de nuit $\frac{378}{12}$ = 31g,5.

Influence du travail musculaire. — Nous avons déjà cité plus haut les différences constatées par Lavoisier, elles ont été confirmées par tous les expérimentateurs : Scharling a constaté qu'un homme qui agitait une lourde massue avait exhalé une quantité d'acide carbonique, pendant ce travail, s'élevant à plus du triple de la quantité qu'il exhalait à l'état de repos.

E. Smith, Pettenkofer et Voit ont confirmé ces observations, d'ailleurs conformes aux principes de la thermodynamique.

E. Smith a obtenu les résultats suivants (1) :

Excrétion d'acide carbonique pendant le repos et le travail musculaire :

	Acide carbonique par heure.
Pendant le sommeil	19g,0
Couché	23 ,0
Assis	29 ,0
Marchant, vitesse deux mille à l'heure	70 ,5
— trois —	100 ,6
Montant sur une roue avec une vitesse de 28 pieds, 65 par 1′	189g,6

MM. Pettenkofer et Voit (2) ont expérimenté sur un homme qui se livrait dans leur chambre respiratoire à un travail musculaire violent ; voici leurs résultats :

Jour, exercice violent $\frac{885 \text{ grammes}}{12}$ = 73g,75 par heure.

Nuit, repos $\frac{399}{12}$ = 33g,25 par heure.

La quantité d'acide carbonique pendant le travail a été comptée pour 12 heures, mais il est évident qu'il y a eu pendant ces 12 heures des alternatives de repos. Nous porterons donc cette quantité à 80 grammes par heure de travail continu.

Influence de la température. — Elle a été reconnue et justement appréciée par Lavoisier. La température propre des animaux à sang chaud étant sensiblement constante, il est clair que l'abaissement de la température extérieure doit avoir pour conséquence une augmentation dans la production de chaleur et, par conséquent, une exaltation dans l'activité respiratoire. Les habitants des pays froids ont besoin, pour s'échauffer et pour maintenir la température de leur corps à 37°, de brûler une plus grande quantité de carbone et d'hydrogène que les habitants des pays tempérés, car ils doivent faire face à des différences de température de près de 100°, entre la température de leur corps et celle de l'air extérieur (—59 + 37 = 96)... (3)

De là des conséquences importantes, non-seulement au point de vue de la respiration, mais encore de la nutrition et du régime ; cet excès de carbone et d'hydrogène que l'habitant des contrées glaciales est obligé de brûler, doit lui être fourni chaque jour par sa nourriture, et la composition de celle-ci doit être en rapport avec les besoins respiratoires.

(1) *Revue scientifique*, 1867, p. 89.
(2) *Respiration*, *Dictionnaire de chimie* de Wurtz.
(3) Cette température de — 59 a été constatée à bord de l'*Albert* ; voir l'article Hygiène du Dr Nicolas.

On sait que les Esquimaux et les Lapons consomment, non-seulement une quantité considérable d'aliments, mais encore absorbent de la graisse en abondance.

Malheureusement les expériences précises manquent sur ce point important, on n'a guère expérimenté que sur des animaux; il serait cependant utile de connaître cette influence précise sur l'homme, afin de pouvoir déterminer les volumes d'air nécessaires à la ventilation des habitations froides, et des navires voyageant dans les mers glaciales.

Influence des maladies. — Cette influence doit être notée ici, car elle a un rapport direct avec le volume d'air nécessaire à la ventilation des hôpitaux.

M. Doyère a étudié la respiration chez les cholériques et il a trouvé que dans la période algide de cette maladie la quantité d'acide carbonique exhalée est très-faible, et diminue en même temps que la température.

L'influence de la fièvre a été constatée par MM. Leyden et Liebermeister (1).

Il résulte de leurs expériences que la quantité absolue d'acide carbonique éliminée dans un temps donné est considérablement augmentée, puisqu'elle est à la quantité exhalée par un sujet normal comme 1,5 est à 1.

Pendant la période d'apyrexie, Liebermeister a pu même constater que la production d'acide carbonique arrivait à la proportion énorme de 2,5 fois la normale (2).

Mais cette période étant de courte durée nous prendrons le rapport 1,5 comme valeur moyenne de l'exhalaison d'acide carbonique dans la fièvre.

Cette augmentation considérable d'acide carbonique démontre clairement pourquoi il faut beaucoup plus d'air dans les hôpitaux que dans les locaux ordinaires.

Ainsi, à l'hôpital de Vincennes on avait cru pouvoir réduire la ventilation à 30^{m3} par lit et par heure, mais on a été obligé de rétablir la ventilation à raison de 60^{m3} par lit, surtout pour les salles de fièvreux (3).

En récapitulant tous les résultats des expériences ci-dessus, nous avons formé le tableau suivant, qui donne les quantités approximatives moyennes d'acide carbonique, exprimées en litres, le litre pesant $1^{g},98$, nous avons à dessein arrondi les nombres, afin de pouvoir les comparer plus facilement:

ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ PAR L'HOMME EN UNE HEURE :

Enfant de 8 à 10 ans	10	litres.
— 15 ans	16	—
— 16 ans	20	—
Homme de 20 ans	21	—
— 24 ans	23	—
— 40 à 60 ans	18	—
— moyenne de 24 à 60 ans	20	—
— 60 à 80 ans	17	—
— moyenne en sommeil	15	—
— — en travail	40	—
— malade et fiévreux	30	—

Volumes d'air nécessaires à la respiration. — Un certain nombre d'hygiénistes ont traité cette importante question, et nous devons constater un désaccord complet entre leurs résultats.

Péclet, dans sa 2e édition du Traité de la chaleur, avait fixé à 6^{m3} par personne et par heure, le volume d'air maxima nécessaire à la respiration.

(1) Claude Bernard: Leçons sur la chaleur animale et sur la fièvre, p. 420.
(2) Weber, *Elévation de la température dans la fièvre*, Paris 1872 p. 36.
(3) Général Morin, *Etudes sur la ventilation*, tome II, p. 39.

Plus tard dans sa 3e édition il éleva ce chiffre à 7 et 11^{m3}, en se basant sur les quantités de vapeur d'eau à dissoudre par heure, tome III, p. 30 ; mais plus loin dans le même volume p. 302, il conseille, sans aucune explication, une ventilation de 60^{m3} pour les hôpitaux ; on voit que tout cela était fort obscur et que Péclet n'est point parvenu à donner une base fixe et raisonnée sur les quantités d'air nécessaires à la respiration pour les différents édifices à ventiler.

En 1843, une commission présidée par Arago concluait de ses recherches, au sujet de la prison Mazas, que le chiffre de la ventilation devait être porté à 10^{m3}.

La ville de Paris, en 1852, demandait pour l'hôpital Lariboisière, une ventilation de 10^{m3} dans les chauffoirs, et de 20^{m3} dans les salles des malades.

D'autre part le général Morin (1), s'était assuré, par des expériences précises, qu'une ventilation de 15^{m3} n'était pas suffisante pour assainir le grand amphithéâtre du Conservatoire des arts-et-métiers, et il avait été conduit à regarder le volume de 30^{m3} comme un *minimum nécessaire*.

D'autres expériences faites en 1852, dans la salle des séances de l'Académie des sciences, ont fait voir qu'une extraction de 29^{m3} était parfois insuffisante.

Enfin, des observations plus récentes dues à MM. Grassi, Trélat, Péligot, Thomas et Laurens, général Morin ; ont montré qu'une évacuation de 60 à 70^{m3} n'empêche pas toujours l'air d'avoir une odeur désagréable.

Dans la dernière édition, 1874, de son manuel de chauffage, le général Morin semble d'abord s'être arrêté aux nombres suivants qui nous paraissent suffisants, et que la pratique a paru consacrer :

Hôpitaux ordinaires.	60^{m3}.
Ateliers, moyenne	80^{m3}.
Casernes, —	40^{m3}.
Théâtres, —	40^{m3}.
Écoles d'enfants.	12 à 15^{m3}.
Écoles d'adultes.	25 à 30^{m3}.

Ces chiffres, bien supérieurs à ceux que l'on admettait il y a quelques années, n'ont rien d'exagéré et sont pour la plupart basés sur des observations directes faites dans des édifices où la ventilation paraissait suffisamment abondante. Mais malgré ces résultats très-suffisants pour la pratique, le général Morin ne s'est pas tenu pour satisfait, et il a voulu introduire dans ces formules fort simples, un élément qui est venu y jeter un trouble profond.

Dans une note communiquée à l'Académie des sciences, 1873, le général Morin a cru devoir faire entrer dans ces recherches la considération du volume de la pièce à ventiler, et il a donné une nouvelle formule qui conduit tout simplement à donner d'autant moins d'air par personne qu'il y a plus d'espace dans la pièce ventilée, c'est-à-dire que plus une pièce est vaste moins il la ventile.

C'est le contraire qui est ordinairement suivi, avec juste raison. Ainsi, en suivant la formule du général Morin, on arriverait à donner dans une chambre de caserne cubant 90^{m3}, par homme, une ventilation de 10^{m3} par heure et par homme, soit en 10 heures $90 + 100 = 190^{m3}$ par homme, ou une moyenne de 19^{m3} par heure ; et, dans une chambre cubant 10^{m3} par homme, on se verrait forcé de porter cette ventilation à 90^{m3} par heure, soit en 10 heures, $10 + 900 = 910$, moyenne 91^{m3} par heure. Les hommes placés dans la grande chambre auraient donc eu 19^{m3} seulement par heure à respirer, tandis que ceux placés dans la petite chambre auraient pu disposer de 91^{m3} par heure !

(1) *Etudes sur la ventilation*, tome II, p. 38.

L'insuffisance complète de cette formule nous paraît donc évidente, et cela nous dispense de la donner ici.

Il en sera de même pour la formule de M. Lenz qui, quoique plus exacte que celle du général Morin, est également inapplicable dans le cas d'une ventilation continue, circonstance qu'il faut toujours prévoir en pratique.

Enfin, M. Hudelo a donné tout récemment dans la 4e édition du Traité de la chaleur de Péclet, 1878, tome III, p. 606 les règles suivantes:

« Dans tous les lieux où séjourneront des hommes en état de santé, comme les amphithéâtres, les salles d'assemblées, les théâtres, les prisons, les ateliers où il n'y aura pas de cause spéciale de viciation de l'air; une ventilation effective de 30 mètres cubes par homme et par heure sera suffisante dans *tous les cas*.

Dans les écoles d'enfants et les asiles on peut se contenter de 15^{m3} par enfant.

Enfin dans les hôpitaux on donnera: aux malades ordinaires 100^{m3}; aux varioleux 200^{m3}; aux femmes en couches 300^{m3}. »

En présence d'un désaccord aussi complet entre tous les savants qui ont traité cette importante question d'hygiène, il nous a paru qu'il fallait chercher à la constituer sur des bases vraiment scientifiques, mais dont les résultats soient cependant d'accord avec la pratique expérimentale.

Nous avons d'abord remarqué qu'on était à peu près d'accord sur la proportion d'acide carbonique qu'on ne doit pas dépasser dans la pratique de la ventilation. Le professeur Pettenkofer a, le premier, fixé cette limite à 0,001, en volume, et cette règle est aujourd'hui généralement admise par les hygiénistes.

La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air normal est, comme nous l'avons constaté plus haut avec le professeur Mohr, égale au maximum à 0,0005 en volume. Il en résulte que la règle de Pettenkofer revient au fond à ne point dépasser pour l'air des habitations humaines, une dose d'acide carbonique plus forte que le *double* de la quantité *maxima* contenue dans l'air normal, car on a: $0,0005 \times 2 = 0,001$.

Ce premier point posé, il devient facile de calculer les volumes d'air nécessaires pour réduire au $^1/_{1000}$ les quantités d'acide carbonique produites par l'homme en une heure; il suffit de se reporter au tableau que nous avons donné plus haut, exprimant, en litres, l'acide carbonique exhalé dans la plupart des circonstances qui peuvent se rencontrer en pratique Si nous prenons pour exemple de ce simple calcul, la recherche du volume d'air moyen nécessaire à l'homme entre 24 et 60 ans, nous aurons évidemment en nommant x le volume cherché, et en se rappelant que l'homme exhale 20 litres en moyenne à ces âges:

$$0^{m3},02 + 0,0005\,x = 0,001\,x \text{ d'où l'on tire } x = 40^{m3} \text{ par heure.}$$

A l'aide de cette formule fort simple, nous avons enfin obtenu les volumes d'air suivants, qui s'accordent fort heureusement avec ceux généralement consacrés par la pratique:

VOLUMES D'AIR NÉCESSAIRES A LA RESPIRATION, CALCULÉS PAR LA FORMULE DE A. WAZON.

Écoles d'enfants de 8 à 10 ans	20^{m3}.
— — de 10 à 15 ans	30^{m3}.
— d'adultes	40^{m3}.
Casernes et prisons, de jour	40^{m3}.
— — de nuit	30^{m3}.
Bureaux	40^{m3}.
Théâtres	40^{m3}.
Hôpitaux ordinaires	60^{m3}.
Ateliers de fatigue	80^{m3}.

Vapeur d'eau produite par la respiration et la transpiration. — La quantité totale de vapeur d'eau produite par l'homme a été mesurée avec précision par MM. Pettenkofer et Voit, à l'aide de leur magnifique chambre d'expériences (dont on trouvera les dessins dans le *Dictionnaire de chimie* de Wurtz, article respiration); ces savants ont constaté qu'un homme de 20 ans, en repos, pouvait produire en 12 heures de jour jusqu'à $0^{k},696$ grammes de vapeur d'eau, soit 58 grammes par heure; nous pensons donc qu'on pourrait prendre le chiffre de 60 grammes comme un *maxima*, pendant le repos de jour. Pendant le travail, cette quantité de vapeur d'eau s'est élevée jusqu'à 1425 grammes, en 12 heures; soit 118 grammes par heure. Le nombre 120 grammes pourrait dont être pris comme un *maxima* pendant le travail.

La ventilation par homme en repos étant réglée à 40^{m3} par heure, chaque mètre cube d'air devra donc dissoudre $\frac{60}{40} = 1^{g},5$ de vapeur d'eau, ce qui n'a rien d'exagéré.

Pour le cas des ateliers où chaque ouvrier reçevrait 80^{m3} par heure, on aurait également. $\frac{120}{80} = 1^{g},5$: Les volumes d'air que nous avons personnellement indiqués plus haut, suffisent donc largement, dans les cas les plus extrêmes, à dissoudre et à enlever toute la vapeur d'eau produite par la présence de l'homme.

Chaleur produite par l'homme. — Nous avons vu plus haut que la respiration n'était qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène; la respiration est donc toujours accompagnée d'une production de chaleur variable en raison directe de sa propre intensité.

Cette quantité de chaleur serait en moyenne, d'après le professeur Gavarret (1), égale à 2,3 calories par kilogramme et par heure. Le poids moyen de l'homme étant d'environ 65 kilogrammes, il en résulte qu'un homme produit par heure $169^{cal},5$ environ en moyenne.

M. G. A. Hirn a fait sur ce sujet des expériences directes, au moyen d'une guérite calorimètre assez grande pour contenir un homme assis ou travaillant sur une roue verticale.

Il a obtenu pour la moyenne de production de chaleur par l'homme assis $\frac{200 + 140}{2} = 170$ calories (2) nombre identique à celui de Gavarret.

L'homme travaillant très-activement sur une roue verticale lui a donné une production de 255 calories par heure (3), quantité précisément égale à une fois et demie la moyenne, 170, de l'homme assis, $\frac{170}{2} \times 3 = 255$ calories.

Si nous cherchons maintenant la quantité de chaleur produite par l'homme malade, par le fièvreux par exemple, nous trouvons, d'après les expériences calorimètriques directes du professeur Liebermeister (4), qu'un fièvreux pesant seulement 39 kilog, perd 172 calories par heure, soit $4^{cal},41$ par kilog; un fièvreux du poids moyen de 65 kilog. perdrait donc par heure $65 + 4,41 = 308$ calories; quantité considérable, mais dont l'élévation ne doit pas nous surprendre, puisque nous savons déjà qu'un fièvreux peut exhaler 1,5 à 2 fois la quantité normale d'acide carbonique exhalée par l'homme en santé; il est clair

(1) Chaleur produite par les être vivants p. 512.
(2) Conséquences philosophiques de la thermodynamique p. 39.
(3) *Théorique mécanique de la chaleur,* 1875, tome I, p. 40.
(4) Élévation de température dans la fièvre par J. Weber p. 22.

qu'une combustion plus forte doit nécessairement donner lieu à une production de chaleur plus considérable.

Les différentes quantités de calories produites par l'homme échauffent l'air des habitations dans une proportion que nous allons rechercher. Observons d'abord que dans le cas d'une ventilation efficace, la vapeur d'eau produite par l'homme ne se condensant pas, il y a lieu de tenir compte de la portion de chaleur humaine employée à la vaporiser, et de déduire cette portion des quantités totales produites par heure.

Nous avons vu plus haut que l'homme en repos produit environ 60 grammes de vapeur par heure, ces 60 grammes nécessitent environ $618 \times 0,06 = 37$ calories desquelles il faut retrancher la quantité de chaleur émise par le refroidissement de la vapeur, de 37° à 20°, soit $17 \times 0,47 = 8$ calories, d'où $37 - 8 = 29$, et enfin $170 - 29 = 141$. Nous admettrons donc que l'homme en repos produit 140 calories environ par heure, déduction faite de la chaleur de condensation de la vapeur qu'il produit.

Ces 140 calories peuvent échauffer les 40^{m3} d'air de ventilation de :

$$\frac{140}{40 \times 1^{k},3 \times 0,237} = 11,3 \text{ degrés environ.}$$

Pour le cas de l'homme en travail nous trouvons : production de vapeur 120 grammes par heure, d'où perte par la vapeur $= 29 \times 2 = 58$ calories ; production de chaleur totale $= 255$ calories, d'où en retranchant 58, il reste 197 calories.

Nous admettrons donc que l'homme en travail produit 200 calories environ, déduction faite de la chaleur de condensation de la vapeur produite. Ces 200 calories peuvent échauffer les 80^{m3} d'air de ventilation de :

$$\frac{200}{80 \times 1^{k},3 \times 0,237} = 8^{\circ},1.$$

On voit, par ces résultats numériques, que malgré une abondante ventilation, l'air extrait subit encore une notable augmentation de température, et qu'il s'échaufferait de façon gênante si on supprimait toute ventilation, ainsi qu'on le fait trop souvent dans la plupart de nos salles de réunion, où indépendamment de la chaleur produite par les personnes, il vient s'y ajouter la grande quantité de chaleur produite par la combustion des matières éclairantes.

Il ne faut donc pas s'étonner des souffrances qu'on éprouve dans presque tous les lieux de réunion, qui se traduisent surtout par une sensation de chaleur souvent intolérable, qu'il serait cependant possible d'éviter par une ventilation méthodique établie avec soin et dirigée avec un *bon vouloir* intelligent.

Volumes d'air nécessaires à l'éclairage. — 1° *Éclairage par bougie de l'Étoile.*

Le kilogramme d'acide stéarique ($C^{36} H^{36} O^{4}$) produit par sa combustion environ $2^{k},785$ grammes d'acide carbonique, soit $\frac{2785,}{1,98} = 1406$ litres de ce gaz.

Une bougie de l'étoile brûle environ 11 grammes par heure, et produit ainsi $15^{lit},45$ d'acide carbonique. Si nous adoptons la règle de Pettenkofer et la formule que nous avons proposée plus haut pour la respiration de l'homme, il viendra : $0^{m3},01545 + 0,0005\,x = 0,001\,x$, et en opérant on trouve $30^{m3},9$.

On peut donc compter qu'il faudra 30^{m3} d'air par heure et par bougie de l'étoile pour réduire la dose d'acide carbonique de l'air confiné au $^1/_{1000}$.

L'eau formée par la combustion de 1 kilogr. d'acide stéarique pèse $1^k,140$ gr. chaque bougie de l'étoile produira donc 12,5 grammes d'eau par heure, qui seront, on le voit, facilement dissous par les 30^{m3} d'air de ventilation alloués à chaque bougie. Enfin le kilogr. d'acide stéarique donnant par sa combustion 9715 calories, chaque bougie de l'étoile brûlant 11 grammes donnera par heure 106 calories. Ces 106 calories pourront donc échauffer les 30^{m3} d'air de ventilation d'une quantité égale à: $\frac{106}{30 \times 0,308} = 11,4$ degrés.

2° *Éclairage à l'huile de colza.* — L'huile de colza se compose en moyenne de (1): 0,71 carbone + 0,105 hydrogène + 0,185 oxygène = 1. D'après cette composition l'acide carbonique produit par la combustion de 1 kilogr. d'huile de colza, donnerait environ 1325 litres de ce gaz. Une lampe Carcel brûlant 42 grammes d'huile par heure, produit donc $55^{lit},65$ d'acide carbonique. En appliquant la méthode indiquée plus haut il vient: $0,^{m3}05565 + 0,0005\,x = 0,001\,x$, et en opérant on trouve $111^{m3},3$. On peut donc compter qu'il faudra environ 112^{m3} d'air par heure, et par lampe Carcel, pour réduire la dose d'acide carbonique de l'air confiné au $^1/_{1000}$.

L'eau formée par la combustion de 1 kilog d'huile pèse environ $0^k,945$ gr. ce qui donne 40 grammes par lampe, quantité assez forte, mais qui sera cependant enlevée facilement par les 112^{m3} d'air extrait. Enfin, le kilogr. d'huile de colza dégagera par sa combustion 9250 calories, ce qui donne par lampe Carcel une production de 390 calories par heure.

Ces 390 calories pourront donc échauffer les 112^{m3} de ventilation de:

$$\frac{390}{112 \times 0,308} = 11 \text{ degrés.}$$

3° *Éclairage au gaz ordinaire.* — La combustion de 1 mètre cube de gaz donne, d'après les analyses de Payon, (2) un volume de $0^m,837$ litres d'acide carbonique.

Le bec Bengel, donnant une lumière égale à celle de la lampe Carcel brûlant 42 grammes, brûle par heure 105 litres de gaz; il donne donc 88 litres d'acide carbonique par heure. Ces 88 litres exigeront $\frac{0,088}{0,0005} = 176$ mètres cubes d'air pour réduire la dose d'acide carbonique de l'air confiné au $^1/_{1000}$.

La combustion de 1 mètre cube de ce gaz produit $1^k,250$ grammes d'eau; ce qui donne 131 grammes d'eau par bec, quantité déjà considérable, mais qui pourra encore être dissoute en entier par les 176^{m3} d'air extrait. Enfin la combustion de 1 mètre cube de gaz produit 6814 calories (sans condensation); ce qui donne lieu, par bec brûlant 105 litres, à une production de 715 calories par heure. Ces 715 calories pourront donc échauffer les 176^{m3} d'air de ventilation

$$\text{de } \frac{715}{176 \times 0,308} = 13 \text{ degrés.}$$

4° *Éclairage au gaz oxyhydrique.* — En 1872, l'ingénieur F. Leblanc a fait de nombreuses expériences photométriques sur les différents systèmes d'éclai-

(1) Tresca, Machines à vapeur p. 137.
(2) Précis de chimie industrielle, 4e édition, tome II, p. 612.

rage de l'ingénieur Tessié du Motay (1). Nous ne rapporterons pas les résultats de celles qui ont été faites sur le gaz carburé artificiellement, ce procédé étant peu pratique et assez dangereux; mais nous relevons au rapport de F. Leblanc p. 65, un résultat assez important d'expériences faites en brûlant un mélange d'oxygène et de gaz ordinaire non carburé; l'économie faite sur le *volume* de gaz lumière employé s'est élevée jusqu'à 4,7, ce qui réduisait dans la même proportion la quantité d'acide carbonique produite, ainsi que la chaleur introduite par la combustion du gaz. Il est donc regrettable, au point de vue de l'hygiène respiratoire, qu'on n'ait pu donner suite à ces essais d'éclairage oxyhydrique.

5° *Éclairage à l'électricité.* — D'après les expériences de l'ingénieur Fontaine (2), une lampe électrique donnant une lumière égale à 100 becs Carcel, brûle par heure 5 centimètres de charbon de cornue, de 1 centimètre carré de section, soit par heure 5 centimètres cubes; la densité de ce charbon étant d'environ 2,35 (Knapp), on consomme donc par heure un maximum de 12 gr. de charbon. Ces 12 grammes donneront $\left(\frac{12}{6}=2\right)$, $2\times 22=44$ grammes d'acide carbonique, soit environ 22 litres de ce gaz.

Pour réduire la dose d'acide carbonique au $1/_{1000}$ il faudra $\frac{0,022}{0,0005}=44$ mètres cubes pour 100 becs. Si nous comparons ce volume d'air, très-réduit, à celui exigé pour le gaz ordinaire, qui s'élève à 176^{m3} par bec, soit pour 100 becs à 17600^{m3}, nous trouvons que l'éclairage au gaz exige un volume d'air: $\frac{17600}{44}=400$ fois plus considérable que celui nécessaire à l'éclairage électrique.

Cette énorme proportion indique hautement tout ce que l'hygiène des édifices aurait à gagner par la substitution de l'éclairage à l'électricité à celui du gaz, si dangereux, si échauffant, et si complétement insalubre.

Extraction de l'air vicié. — Il serait bien désirable d'extraire l'air vicié à l'endroit précis où il prend naissance; mais si on peut à la rigueur envelopper un appareil d'éclairage au moyen d'une gaîne transparente, (ce qui est déjà une cause de sujétion et de dépense); il est impossible d'envelopper la tête ou le corps de l'homme, et on est bien obligé de reconnaître qu'il faut extraire l'air vicié par la respiration à l'endroit où il se porte et se cantonne de préférence. Pour reconnaître exactement la zone où se porte l'air vicié, on a été conduit à faire des expériences d'analyse de l'air confiné, dont nous allons donner les principaux résultats.

Analyses de l'air confiné. — La recherche de la composition chimique de l'air confiné a été opérée pour la première fois par Lavoisier; il en donne la description suivante (3):

« Puisque l'air de l'atmosphère ne peut entretenir que pendant un certain temps la vie des animaux qui le respirent, puisqu'il s'altère à mesure qu'il est respiré, on peut en conclure que la salubrité de l'air doit être plus ou moins diminuée dans les salles de spectacle, dans les lieux d'assemblées publiques,

(1) Rapport sur le nouvel éclairage oxyhydrique, 1872.
(2) Éclairage à l'électricité, 1877, p. 63.
(3) Lavoisier, édition Dumas, tome II, p. 683, et Mémoires de l'Académie des sciences, 1785.

dans les salles des hôpitaux, dans tous les endroits où un grand nombre de personnes se rassemblent, surtout si l'air y circule lentement et difficilement.

Il m'a paru intéressant de déterminer jusqu'à quel point allait cette altération ; pour y parvenir, j'ai choisi à l'hôpital général le dortoir le plus bas, celui où un plus grand nombre de personnes se trouvait rassemblé dans un espace étroit, enfin celui qui, sous ce point de vue, m'a paru le plus malsain ; je m'y suis transporté à la pointe du jour et avant l'heure où on en fait l'ouverture ; je m'y suis introduit à l'instant où la porte a été ouverte et j'ai recueilli deux flacons de l'air de cette salle, l'un pris dans le bas, c'est-à-dire au niveau du plancher inférieur, l'autre dans la partie haute et le plus près que j'ai pu du plancher supérieur. Le premier de ces deux airs, celui qui avait été pris dans le bas, n'était que médiocrement altéré ; il s'est trouvé contenir sur cent parties en volume :

Air vital.	23,5	parties.
Gaz acide carbonique	1,5	—
Gaz azote.	75	—
Total.	100,0	

L'air pris dans le haut de ce même dortoir avait souffert une altération beaucoup plus considérable, il contenait :

Air vital.	22	parties.
Gaz acide carbonique	3	—
Gaz azote.	75	—
Total	100	

J'ai tenté de faire les mêmes épreuves sur l'air des salles de spectacle. Les comédiens français étaient alors établis aux Tuileries, et c'est dans leur salle que j'ai opéré. J'ai choisi un jour où l'affluence des spectateurs était très-grande, et, muni de deux flaçons pleins d'eau, j'ai vidé l'un dans le haut de la salle, dans une petite loge qui avait été fermée pendant tout le temps du spectacle ; l'autre dans le bas du parterre, quelques instants avant qu'on en sortit.

L'air recueilli au parterre ne m'a pas présenté de différences très-sensibles avec l'air du dehors ; mais il n'en a pas été de même de l'air recueilli dans le haut de la salle ; sur cent parties, il s'est trouvé contenir :

Air vital.	21	parties.
Gaz acide carbonique	2,5	—
Gaz azote.	76,5	—
Total	100	

D'où l'on voit que la proportion d'air vital contenue dans l'air se trouvait sensiblement diminuée dans la partie haute de la salle. Il serait à souhaiter que ces expériences pussent être répétées plus en grand avec des appareils plus commodes..... Il en résulterait immanquablement des connaissances précieuses sur la construction des salles de spectacle, sur celle des hôpitaux, sur celle de tous les lieux où le public se porte en grande affluence.....

Je me trouve forcé de remettre à une seconde partie ce que j'ai à dire sur les altérations que produisent dans l'air la combustion des lampes, des bougies, des chandelles, du charbon ; les enduits de plâtre frais et la peinture à l'huile...

Il me restera à considérer, dans une troisième partie, l'air de l'atmosphère, non pas comme un fluide aériforme susceptible de se décomposer, mais comme un agent chimique qui peut se charger, par voie de dissolution et même d'une sorte de division mécanique, de miasmes d'une infinité d'espèces. On est effrayé quand on pense que, dans une assemblée nombreuse, l'air que chaque individu respire a passé et repassé un grand nombre de fois, soit en tout, soit en partie, par le poumon de tous les assistants, et qu'il a dû se charger d'exhalaisons plus ou moins putrides; mais de quelle nature sont ces émanations? Jusqu'à quel point diffèrent-elles dans un sujet ou dans un autre, dans la vieillesse ou dans la jeunesse, dans l'état de maladie ou de santé? Quelles précautions pourrait-on prendre pour neutraliser ou pour détruire l'influence dangereuse de ces émanations? Il n'est peut-être aucun de ces points dont l'examen ne puisse donner prise à l'expérience, et il n'en est pas plus important pour la conservation de l'espèce humaine.

Tous les arts marchent rapidement vers leur état de perfection; celui de vivre en société, de conserver dans leur état de force et de santé un grand nombre d'individus réunis ensemble, de rendre les grandes villes plus salubres, la communication des maladies contagieuses moins facile, est encore dans son enfance. »

On voit, par ce large programme d'expériences, que Lavoisier avait prévu toutes les questions à étudier, et qu'il avait saisi la haute et grave importance des conséquences de ces études pour l'hygiène publique.

Nous devons constater, avec regret, que les expériences sur l'air confiné sont encore aujourd'hui peu nombreuses, bien qu'il y ait bientôt un siècle qu'elles étaient conseillées par Lavoisier.

Nous en possédons cependant assez pour pouvoir en conclure que l'air confiné offre son maximum de viciation vers le plafond, et son minimum vers le plancher, ainsi que Lavoisier l'avait justement constaté.

Ces deux résultats si importants ont été constatés par: Gay-Lussac et de Humboldt (1);

Bérard, Cadet de Gassicourt, d'Arcert et Marc (2);

L'air recueilli à l'Opéra-Comique par F. Leblanc, (3) un peu avant la fin du spectacle contenait, au parterre, 0,0023, en poids, d'acide carbonique; tandis que dans la partie la plus haute de la salle, la dose d'acide carbonique s'élevait à 0,0043, en poids, soit près du double.

Le professeur Lassaigne (4) a également constaté, dans son amphithéâtre, après une leçon à de nombreux élèves, une diminution de l'oxygène à la partie haute, et à ce même point une dose d'acide carbonique plus forte qu'au niveau du plancher.

Nous devons au professeur Léonce Reynaud, l'observation suivante qui vient à l'appui de celle de Lassaigne (5): « un des éminents directeurs de l'École Polytechnique, frappé de voir qu'un grand nombre d'élèves étaient punis pour s'être endormis pendant les cours, remarqua que c'étaient plus particulièrement ceux qui occupaient les *bancs supérieurs* de l'amphithéâtre; il voulut assister de là à plusieurs leçons, et il déclara que, quelque fût le mérite du professeur et l'intérêt du sujet, il n'avait jamais pu se tenir éveillé jusqu'à la fin de la séance. Nous voudrions pouvoir ajouter qu'on s'empressa de remédier au mal. »

(1) Journal de physique, de Lamétherie, 1805.
(2) Annales d'hygiène, 1829.
(3) Annales de chimie et de physique 1842.
(4) Annales d'hygiène, 1846.
(5) Traité d'architecture, tome II.

Le professeur Roscœ a également trouvé (1) que l'air recueilli *le même soir*, dans un théâtre, au parterre et aux galeries différait notablement, celui du parterre contenait 0,0026, en volume, d'acide carbonique; tandis que celui des galeries donnait une proportion de 0,0032 du même gaz.

Parmi les analyses publiées par Angus Smith, (2) nous citerons les résultats suivants: l'air d'une étude, au niveau de la table, contenait 0,0011 d'acide carbonique, en volume; au niveau du plafond, et à la même heure, l'air contenait 0,0015 du même gaz.

Nous devons au professeur Coulier, du Val-de-Grâce, les observations suivantes (3):

« L'air vicié par la respiration et la combustion est plus léger que l'air ordinaire, en raison de sa température et de la vapeur d'eau qu'il contient. On croit généralement le contraire parce que cet air renferme de l'acide carbonique, mais c'est là une erreur.

L'acide carbonique rend en effet l'air expiré plus lourd, mais son effet est contre-balancé et bien au-delà par la température et la vapeur d'eau. La somme algébrique de ces quantités est finalement une diminution de densité. On peut la démontrer au moyen de calculs élémentaires, et d'expériences parmi lesquelles je citerai les suivantes :

A. La fumée de tabac, en s'échappant de la pipe ou de la bouche du fumeur tend à s'élever, et non à tomber sur le sol.

B. Si on place trois bougies à des hauteurs différentes, sous une cloche d'une trentaine de litres, la plus *haute* s'éteint la première, et ainsi de suite.

C. Si dans une salle où se trouve une réunion nombreuse et tranquille, on vient à *déguster* l'air à hauteur d'homme, et au ras du plafond, en entrant brusquement dans la pièce après être resté quelques minutes dehors, on trouve que l'air au plafond est beaucoup plus infect.

D. L'expérience des bougies se répète tous les jours dans les salles de spectacle, où les spectateurs deviennent la cause de la viciation de l'air. Tout le monde sait combien il y a de différence entre l'air du parquet et celui des loges élevées. La différence du prix des places traduit en partie la gêne qu'on éprouve à mesure qu'on s'élève.

Ces expériences paraissent trancher nettement la question, il est évident que la bouche de sortie doit être placée au niveau où l'air est le plus vicié.

Remarquons avec le professeur Fonssagrives (4), que sur les navires à étages élevés il a fallu installer de longues tringles de suspension pour les hamacs des marins, permettant de placer ces hamacs et les hommes qu'ils contiennent à une distance suffisante de la partie supérieure du logement, là où la chaleur est la plus forte et où l'air est le plus impur.

Nous citerons encore d'après Péclet (5), les expériences du professeur Pettenkofer, de Munich. A l'hôpital de la Maternité de Munich, ce savant a constaté que l'acide carbonique au niveau du parquet d'une salle non ventilée, donnait les quantités suivantes, en volume : 0,00220; 0,0024; 0,00227; tandis qu'au niveau du plafond il atteignait les proportions suivantes : 0,00269 et 0,00263. Dans une autre salle ventilée, il a trouvé à 0^m17 du sol 0,0037 et 0,0039 d'acide carbonique; et à 0^m6 au-dessous du plafond 0,0068 et 0,0074 du même gaz.

Enfin, il faut bien remarquer aussi que l'oxyde de carbone se porte égale-

(1) *Tomlinson*, Warming and Ventilation, 1869, p. 206.
(2) Report on the air of mines and confined places, 1864, p. 13.
(3) Annales d'hygiène, 1873.
(4) Hygiène navale, p. 221.
(5) Traité de la chaleur, 4e édition, tome III, p. 607.

ment à la partie supérieure des pièces. Les expériences de Claude Bernard, de Gréhant et d'Urbain, ont nettement établi cet effet. Le général Morin constate (1) que le sang des lapins placés à la partie inférieure de la pièce ne paraît pas avoir subi d'altération notable ; sans doute par suite de l'influence de l'air extérieur *plus pur* et plus froid qui *s'étalait sur le plancher*.

On a remarqué que les lapins placés à la partie supérieure de la salle avaient la respiration très-précipitée. Enfin, l'analyse du sang des lapins placés à la partie supérieure a donné des quantités considérables d'oxyde de carbone.

Au contraire, le sang de ceux placés au niveau du sol n'en contenait pas la moindre trace au bout de trois jours d'un chauffage actif, opéré au moyen d'un poêle de fonte porté au rouge, et produisant de grandes quantités d'oxyde de carbone. Il faut donc reconnaître que l'oxyde de carbone, qui est souvent produit par l'éclairage au gaz, à une tendance prononcée à se cantonner dans le haut des pièces.

Conséquences. — Nous conclurons donc de toutes ces expériences qu'il serait nécessaire d'extraire l'air vicié près du plafond des pièces et dans leur partie la plus haute.

Mais il n'en peut être toujours ainsi, car dans la saison froide il en résulterait que l'air chaud fourni par les calorifères s'échapperait directement sans avoir échauffé par contact les murailles des édifices ; il y a donc une réserve à faire de ce côté pour la période d'échauffement des salles de réunion.

Si, au lieu de vouloir échauffer la pièce, on désire la rafraîchir, comme il arrive le plus souvent pour les théâtres et les salles de réunion, il devient *indispensable* d'extraire l'air vicié par le plafond. Il est donc nécessaire de se ménager les moyens de faire circuler l'air de haut en bas pour échauffer les salles, et de le faire circuler de bas en haut pour les rafraîchir.

La réunion de ces deux procédés réalisée à l'Opéra de Vienne, par le savant professeur Bohm, a permis d'y produire une ventilation parfaite, jointe à un chauffage excellent.

Ne pouvant poser ici d'autre règle générale sur l'emplacement des bouches d'extraction, nous nous réservons de donner les détails nécessaires en traitant des différentes applications.

Introduction de l'air pur. — Les prises d'air pur doivent être placées dans un endroit bien aéré et à l'abri de toute cause d'infection ou d'insalubrité.

Des dispositions, spéciales à chaque système de chauffage employé, doivent être prises pour échauffer cet air avant son introduction ; il faut surtout se ménager les moyens d'interrompre ou de rétablir rapidement le chauffage de cet air pur, afin de pouvoir faire face à tous les besoins différents et variés du chauffage ou du rafraîchissement de l'édifice.

La vitesse de l'air dans les conduites d'amenée doit être assez faible et ne doit pas dépasser deux mètres par seconde.

La vitesse de l'air aux bouches intérieures d'introduction doit être plus faible encore quand elles sont rapprochées des personnes, et ne doit pas dans ce cas dépasser 1/2 mètre par seconde au maximum.

En principe, il faudrait introduire l'air pur le plus près possible des personnes, afin de les entourer d'une atmosphère privée de toute impureté et dont l'air n'ait point déjà été altéré par la respiration des autres personnes ou par la combustion des lumières.

(1) Annales du Conservatoire, tome VII, p. 494.

Il faudra donc chercher à se rapprocher le plus possible de cette solution théorique.

D'un autre côté l'air vicié se portant au plafond, il paraît tout indiqué qu'il faudrait introduire l'air par le plancher ou dans son voisinage, ce qui aurait le double avantage de fournir de l'air pur près des personnes et d'éviter un mélange avec l'air respiré ou comburé s'échappant par en haut. Cette solution est certainement la meilleure en principe, et il faudra toujours chercher à s'en rapprocher le plus possible quand on ne pourra, pour d'autres motifs, l'appliquer dans son entier. Il arrive parfois, en effet, que des raisons d'économie, de simplicité ou de convenance, empêchent sa mise en pratique, nous nous réservons donc de discuter la valeur de ces raisons en traitant des applications, et particulièrement en étudiant la ventilation des théâtres et des salles de réunion.

SYSTÈMES DE VENTILATION.

Ventilation naturelle. — La ventilation naturelle des habitations consiste simplement dans la mise en communication, par des ouvertures plus ou moins directes, de l'atmosphère extérieure avec l'air contenu dans l'intérieur de l'édifice. L'ouverture des fenêtres et des portes, l'établissement des cheminées et canaux d'aérage constitue donc un système très-simple de ventilation, qui peut fonctionner spontanément grâce à la vitesse du vent ou à la différence de température de l'intérieur à l'extérieur.

La vitesse du vent produit des effets connus de tout le monde et nous nous dispenserons d'y insister.

La différence de température donne lieu à deux effets très-distincts, selon que la température est plus forte à l'intérieur ou qu'elle est au contraire plus faible. Quand la température est plus forte à l'intérieur, l'air confiné est nécessairement plus léger que l'extérieur, d'où sa tendance bien connue à s'échapper par le haut des pièces, des cages d'escalier et par l'ouverture supérieure des cheminées; l'air extérieur plus frais et plus dense pénètre dans ce cas par le bas des pièces et des escaliers, et il en résulte une ventilation parfois trop active donnant lieu, surtout l'hiver, à des courants d'air froid.

Quand la température est au contraire plus haute à l'extérieur, l'air froid des habitations étant plus dense que l'air extérieur, il se produit nécessairement des sorties d'air par le bas des pièces, des escaliers et des cheminées sans feu.

Cet effet des cheminées donne lieu souvent à des odeurs de suie, indiquant parfaitement le sens du courant d'air, qu'on constate d'ailleurs facilement avec une bougie allumée.

Franklin paraît être le premier physicien qui ait publié une explication exacte des effets qui se produisent dans les cheminées sans feu pendant les chaleurs de l'été; il les décrit ainsi : (1)

« A propos des cheminées, je me rappelle une de leurs propriétés, que j'ai eu autrefois occasion d'observer, et à laquelle je ne me rappelle pas que personne ait fait attention. C'est que dans l'été, lorsqu'on ne fait point de feu dans les cheminées, il y a néanmoins un courant régulier d'air, qui y monte continuellement depuis environ 5 à 6 heures du soir, jusque vers 8 à 9 heures du matin, où ce courant commence à s'affaiblir et à balancer pendant quelque peu, pendant environ une demi-heure, après quoi il se met à descendre avec la même

(1) *Œuvres de Franklin*, édition française 1773, tome II, p. 202.

force, et continue dans cette nouvelle direction jusque vers 5 heures du soir, où il s'affaiblit de nouveau et balance de même, tantôt montant un peu, et tantôt descendant pareillement un peu, pendant l'espace d'une demi-heure environ, après quoi il se rétablit un côurant vers 8 à 9 heures du matin suivant. Les heures varient un peu, suivant que les jours s'allongent et se raccourcissent, et un changement de temps subit les fait quelquefois varier aussi..... Si vous voulez savoir mon sentiment sur la cause de ces variations du courant de l'air dans les cheminées, le voici en peu de mots :

« Pendant l'été, il y a généralement parlant, une grande différence par rapport à la chaleur à midi et à minuit, et conséquemment une semblable différence par rapport à sa pesanteur spécifique, puisque plus l'air est échauffé, plus il est raréfié.

« Le tuyau d'une cheminée étant entouré presqu'entièrement par le reste de la maison, est en grande partie à l'abri de l'action directe des rayons du soleil pendant le jour, et de la fraîcheur de l'air pendant la nuit, il conserve donc une température moyenne entre la chaleur du jour et la fraîcheur de la nuit, et il communique cette même température à l'air qu'il contient. Lorque l'air extérieur est plus plus froid que celui qui est dans le tuyau de la cheminée, il doit le forcer par son excès de pesanteur, à monter et à sortir par le haut. L'air d'en bas qui le remplace, étant échauffé à son tour par la chaleur du tuyau, est également poussé par l'air plus froid et plus pesant des couches inférieures ; et ainsi le courant continue jusqu'au lendemain, où le soleil, à mesure qu'il s'élève, change par degrés l'état de l'air extérieur, le rend d'abord aussi chaud que celui du tuyau de la cheminée (et c'est alors que le courant commence à vaciller), et bientôt le rend même plus chaud. Alors le tuyau étant plus froid que l'air qui y entre, le rafraîchit, le rend plus pesant que l'air extérieur, et conséquemment le fait descendre ; et celui qui le remplace d'en haut étant refroidi à son tour, le courant descendant continue jusque vers le soir, qu'il balance de nouveau et change de direction, à cause du changement de la chaleur de l'air du dehors, tandis que celui du tuyau qui l'avoisine se maintient toujours à peu près dans la même température moyenne...

« Permettez-moi d'ajouter encore ici une observation : c'est que si la partie du tuyau de cheminée qui s'élève au-dessus du toit de la maison, est un peu longue, et qu'elle ait trois de ses côtés successivement exposés à la chaleur du soleil, savoir ceux qui sont exposés au levant, au midi et au couchant, et que le côté tourné au nord soit défendu des vents froids du nord par les bâtiments attenants, il pourra souvent arriver qu'une telle cheminée soit si échauffée par le soleil qu'elle continue à tirer fortement de bas en haut pendant toutes les 24 heures, et peut-être pendant plusieurs jours de suite. « B. Franklin. »

L'explication de Franklin est parfaitement exacte et on peut également l'appliquer aux effets des courants d'air qui se produisent dans une cage d'escalier, et même dans une maison entière, qu'on peut considérer alors comme une grande cheminée.

Ces effets de la *différence de température* ont été récemment utilisés en Autriche, par le professeur Bohm, de Vienne (1), qui les a appliqués à la ventilation des écoles et des hôpitaux, avec plus ou moins de succès.

La ventilation naturelle est encore produite d'une autre façon par la porosité des matériaux composant les murailles des habitations ; porosité qui donne lieu

(1) *Stand des Ventilations*, prof. Sicard v. Sicardsburg. Wien, 1866 et Ventilation und Heizung, L. Degen, Münchar 1867.

à des phénomènes de diffusion des gaz. Le professeur Pettenkofer a le premier, en 1867, croyons-nous, mesuré ces effets, mais il ne rencontra à cette époque qu'une incrédulité presque générale (1).

Cependant les assertions de Pettenkofer, après avoir avec succès passé par l'épreuve d'un contrôle jaloux, ont aujourd'hui pris rang parmi les vérités scientifiques.

Le professeur Marker (2), comprenant toute l'importance du parti que l'on pouvait tirer de la découverte de Pettenkofer pour la ventilation des habitations, a entrepris un travail expérimental sur la ventilation naturelle, et la porosité de quelques matériaux de construction, et non-seulement il a apporté aux opinions de Pettenkofer une confirmation nouvelle, mais il a démontré que celui-ci, dans l'appréciation de l'intensité de l'échange d'air qui s'opère à travers les murs, est resté bien au-dessous de la vérité.

En effet, Pettenkofer n'avait trouvé pour sa chambre en briques qu'une ventilation de $0^{m},4$ par mètre carré de surface de mur recouverte de plâtre et de papier; tandis que Marker évalue ainsi les quantités d'air qui passent par heure et par mètre carré de mur, de $0^{m},72$ d'épaisseur, sans enduit ni papier :

Grès	$1^{m^3},69$	Pisé simple	$5^{m^3},12$
Calcaire	2 32	Briques humides	1 68
Tuffeau	3 64	Briques sèches	2 83

Ces chiffres apportent une confirmation éclatante aux vues de Pettenkofer sur la perméabilité de la maçonnerie.

Ils confirment également une autre observation de Pettenkofer, par un exemple tiré de la pratique. Ce savant avait trouvé que des briques, préparées pour ces recherches, perdaient considérablement en porosité lorsqu'elles avaient absorbé les plus petites quantités d'humidité. Or, pendant deux jours, dont le premier avait été pluvieux et le second sec, Marker a observé et constaté que pendant le premier jour les murs en briques ne laissaient passer que $1^{m^3},68$ d'air par mètre de surface, tandis que le jour suivant ils livraient passage à $2^{m^3},83$ d'air. Nous pouvons induire de ce fait que si la brique s'imprègne facilement d'humidité, celle-ci l'abandonne tout aussi promptement et lui restitue ainsi en peu de temps sa primitive aptitude à la ventilation. Les expériences de Pettenkofer ont été également confirmées par celles exécutées par le professeur Hudelo (3), qui a pu opérer sur une série de murs d'épaisseurs différentes et qui s'est assuré que : Le vent avait peu d'influence (ce que nous ne croyons pas parfaitement démontré). Il a constaté comme Marker que les murs mouillés ne laissent passer que 4 à 5 dixièmes de l'air y passant à l'état sec.

Les ingénieurs Geneste et Herscher ont continué ces recherches, et ils exposent, au Trocadéro, l'ingénieux appareil de Hudelo qui a servi à les opérer ; cet appareil permet d'expérimenter sur toute espèce de modèle de murs, et les résultats nombreux et variés qui peuvent être obtenus présenteront certainement un grand intérêt pratique au point de vue de la ventilation naturelle et même de la ventilation artificielle, car ils permettront d'apprécier l'influence de la porosité des murs et des gaînes de ventilation sur la quantité d'air introduite ou extraite par *filtration*.

On comprend d'ailleurs l'importance considérable qui s'attache à la question des miasmes et des ferments de maladie qui peuvent, au bout d'un certain

(1) *Leitschrift für Biologie*, 1867, J. h.

(2) Recherches sur la *ventilation naturelle* et la porosité des matériaux, traduction française par J. Leyder, 1873.

(3) 4e édition de Péclet, tome I, p. 234.

temps, saturer les murailles des habitations et des hôpitaux, grâce à ces infiltrations des gaz viciés et miasmatiques. Il y aura donc lieu d'en tenir sérieusement compte dans les applications et, en particulier, pour les écoles, les casernes et les hôpitaux.

La ventilation naturelle, qui place l'homme dans des conditions respiratoires très-rapprochées de celles où il se trouve à l'air libre, est bien certainement la plus hygiénique, et elle est très-supérieure à tous les autres systèmes de ventilation artificielle. Nous en trouverons la preuve au chapitre des hôpitaux, où cette question est abordée à l'aide d'une statistique officielle tout à fait convaincante. Il faudrait donc que les architectes et les ingénieurs, appelés à diriger la construction des édifices privés ou publics, se persuadent bien de la nécessité de cette aération ou ventilation naturelle; ils devraient donc tous, en étudiant leurs plans, ménager et préparer, par des dispositions spéciales, de larges et faciles accès à l'air pur et un prompt écoulement à l'air vicié.

Ventilation par aspiration. — La cheminée peut, ainsi que nous l'avons prouvé à l'article chauffage, constituer à elle seule un système complet de ventilation ; elle permet, en effet, d'introduire une quantité variable d'air pur plus ou moins chaud à volonté (voir la cheminée Wazon), et elle assure également l'extraction régulière de l'air vicié, grâce à la dépression intérieure causée par le tirage de la cheminée. Cette dépression interne peut être aussi effectuée par des moyens mécaniques, par exemple, par ventilateur placé dans la cheminée d'extraction, ainsi qu'on l'a fait à la prison Mazas.

Le système de ventilation par aspiration consiste donc essentiellement à créer, au moyen de la chaleur ou d'un appareil mécanique, une dépression interne, qui permet ainsi à l'air extérieur de pénétrer par toutes les ouvertures de l'édifice, et même au travers de ses murailles, grâce à leur porosité bien constatée plus haut. Ce système a pour lui le mérite de la simplicité et il est applicable dans un grand nombre de cas. Il en est cependant où il ne serait plus suffisant pour assurer l'entrée régulière de l'air pur, il faut alors y joindre le système de ventilation par pulsion.

Ventilation par pulsion. — La ventilation par pulsion consiste essentiellement à produire dans les édifices une pression supérieure à celle du dehors.

Elle est toujours produite à l'aide d'appareils mécaniques refoulant l'air pur dans l'édifice, en chassant ainsi l'air vicié au dehors, par des ouvertures spéciales de sortie.

Ce système n'assure cependant pas toujours la sortie régulière de l'air vicié par les ouvertures spéciales, et il est souvent indispensable d'y joindre des dispositions pour appeler cet air vicié par une aspiration énergique dans les canaux d'évacuation ; on est ainsi amené alors au système suivant.

Ventilation par pulsion et aspiration combinées. — Pour assurer l'entrée régulière de l'air pur dans un édifice on est parfois amené à l'y introduire par pulsion mécanique, et pour assurer la sortie de l'air vicié il arrive aussi qu'on y applique des appareils d'aspiration. On peut réaliser ainsi une pression *interne égale* à celle de l'extérieur, car d'un côté on a bien augmenté la pression interne par la pulsion de l'air pur, mais de l'autre on a pu la diminuer de la même quantité par l'aspiration de l'air vicié.

Le système combiné de pulsion et d'aspiration permet donc *théoriquement* de supprimer les courants d'air si gênants causés par l'aspiration employée isolément.

Mais en *pratique* il est loin d'en être ainsi, car il faut lutter contre l'action des vents, parfois très-violents, et de la différence de température de l'intérieur à l'extérieur. Nous pensons donc que ce système, qui en *théorie* semble parfait, doit être en *pratique* appliqué avec discernement et à quelques édifices seulement; car il est énormément coûteux d'établissement et d'entretien, et, comme on vient de le voir, il est encore loin d'atteindre les conditions pratiques et hygiéniques qu'on en espérait, ainsi que nous en aurons la preuve en parlant des hôpitaux.

APPAREILS D'OBSERVATION.

Anémomètre Combes. Pl. 4.—Avant l'année 1838 on ne possédait aucun moyen précis de mesurer la vitesse d'un courant d'air, Péclet dans ses expériences sur le tirage des cheminées avait été amené à se servir d'un procédé très-imparfait, qui consistait à dégager, à la base de la cheminée, un filet de fumée très-noire, puis à observer au moyen d'une montre à secondes l'intervalle écoulé entre la production de la fumée et son apparition au sommet de la cheminée. Un pareil moyen ne pouvait, on le voit, présenter l'exactitude suffisante pour des observations précises.

Il était réservé à un savant ingénieur français de résoudre complétement ce problème, et, en 1838, l'ingénieur Combes inventa un anémomètre qui porte encore justement son nom, et dont l'usage est aujourd'hui universellement répandu parmi les ingénieurs et les météorologistes. Combes eut de plus le mérite de donner pour cet excellent instrument une formule d'une rare précision, dont la valeur théorique et pratique a été confirmée par tous les expérimentateurs.

Cet ingénieux instrument, construit d'abord par Neumann, a la forme d'un moulinet dont l'axe est horizontal, et dont le nombre d'ailes varie en raison de ces dimensions; l'axe est disposé pour tourner avec le moins de frottement possible et il est parfois monté dans ce but sur des chapes en pierres dures.

L'axe porte une vis sans fin conduisant une roue verticale de 100 dents, qui avance d'une dent par tour du moulinet, cette roue engrène ensuite au moyen de cames ou de pignons avec d'autres roues formant ainsi un compteur de tours.

Il suffit donc d'introduire cet instrument dans un courant d'air, pendant un certain temps déterminé exactement, pour savoir, au moyen du compteur de tours et de la formule de Combes, combien l'instrument a tourné de fois pendant ce même temps.

La formule de Combes est : $V = a + b\ N$; dans cette formule N est le nombre de tours de l'anémomètre en 1″, V est la vitesse cherchée du courant d'air en 1″, a et b sont des constantes déterminées par le constructeur chargé de la tare de l'instrument.

Anémomètre Morin, fig. 22.— L'anémomètre du général Morin, construit par Bianchi (1), est complètement fondé sur les principes suivis par Combes ; mais il permet de compter un plus grand nombre de tours et il peut résister à des vitesses plus grandes.

Le moulinet, au lieu d'être situé entre les deux pivots, est en porte-à-faux à

(1) Annales du conservatoire, tome I.

l'extrémité de l'arbre, de manière que le vent peut agir sur toute sa surface sans que les supports lui fassent obstacle. Les ailettes, en plus ou moins grand nombre, sont en aluminium et on leur a donné une forme hélicoïdale et de grandes dimensions. Mais tout avantage a ses inconvénients, et en même temps que la surface utile est agrandie, les résistances des axes sont aussi plus grandes, et l'appareil ne fonctionne pas au-dessous de $0^{m},25$ par seconde.

Le procédé de comptage est plus satisfaisant : il rappelle celui des montres à pointage, et il permet de ne commencer l'opération qu'au moment où l'on

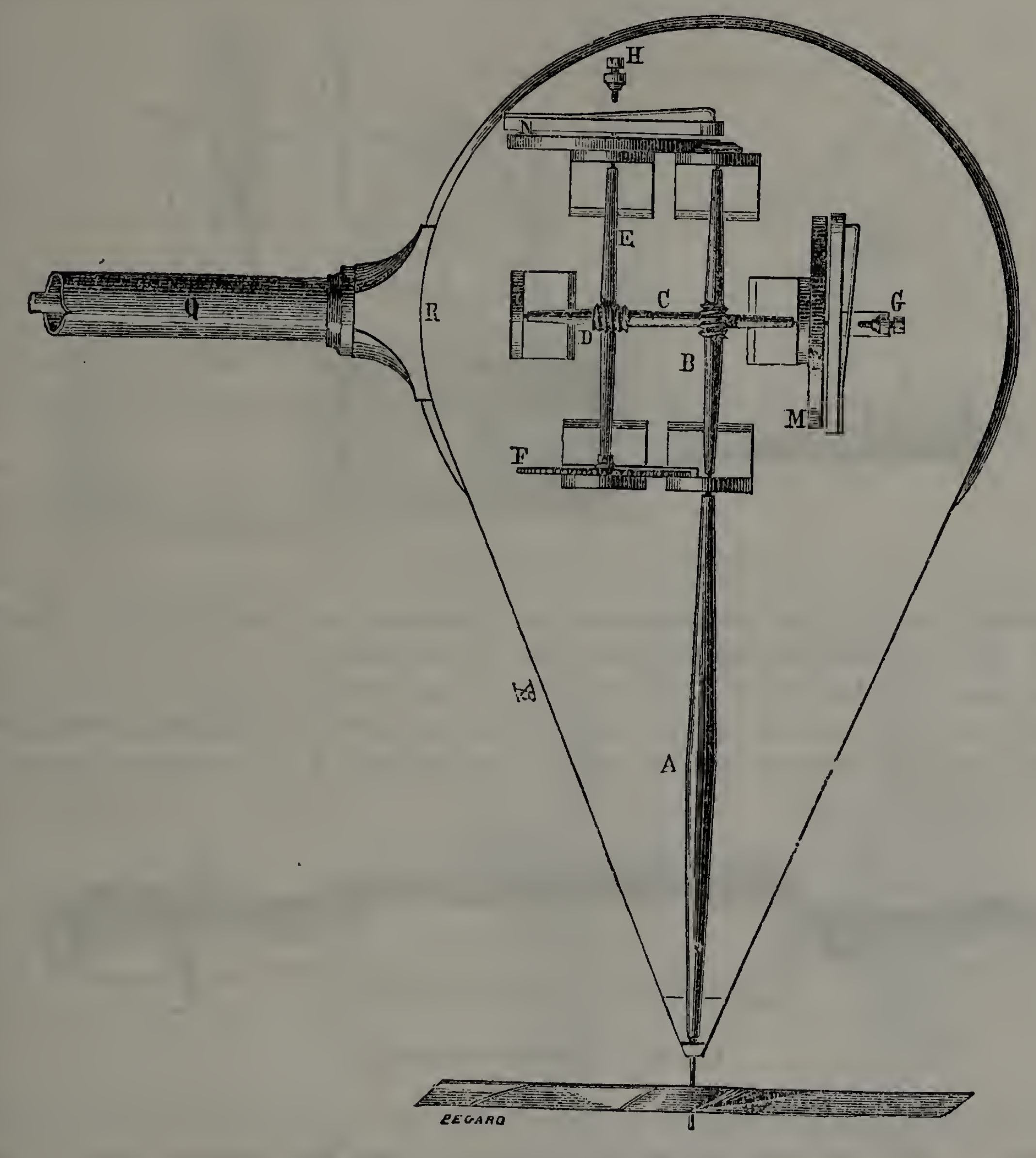


Fig. 22. — Anémomètre Morin, plan.

vent, c'est-à-dire lorsque déjà les ailettes ont pris la vitesse de régime qu'elles conserveront pendant l'expérience.

Nous décrirons en détail les divers organes de cet instrument qui est représenté par les fig. 22, 23 et 24 : L'arbre A, qui porte la roue à ailettes, est renflé en B par une partie filetée qui engrène avec une roue de 100 dents placée au-dessous, et dont l'arbre C est fileté en B comme le précédent. Ce nouveau filet de vis engrène avec une nouvelle roue de 100 dents, dont l'arbre E est muni à son extrémité postérieure d'une came qui fait avancer une troisième roue F, d'une dent seulement à chacune de ses révolutions. Cette dernière roue porte 50 dents, et l'on voit que le nombre des révolutions de l'arbre à ailettes peut être enregistré jusqu'à $100 \times 100 \times 50 = 500{,}000$. Les cadrans M et N, que l'on voit en

projection horizontale fig. 22 sont fixes; mais ils sont respectivement traversés par les extrémités des arbres C et E. C'est sur ces extrémités que l'on fixe à frottement les aiguilles qui sont à pointage; les pointes des vis G et H viennent, à un instant donné, frapper sur le ressort qui forme l'une des branches de chacune d'elles, et il ne nous reste plus qu'à décrire le mécanisme à l'aide duquel cette action peut être instantanément produite.

Ces deux vis sont placées aux extrémités supérieures de deux petits balanciers verticaux dont les autres extrémités traversent la plaque qui forme la base de

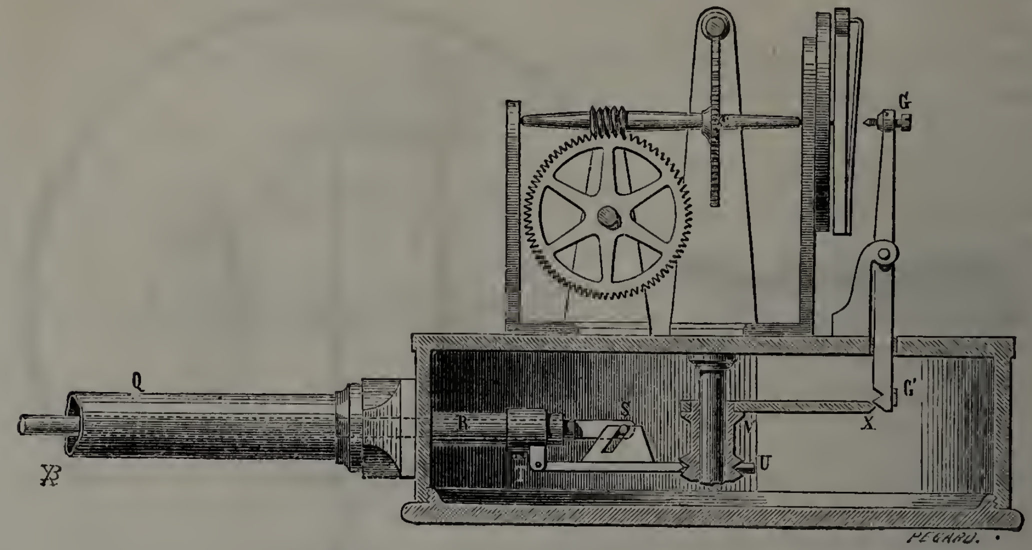


Fig. 23. — Anémomètre Morin, coupe.

l'appareil. L'un de ces balanciers est entièrement représenté en G G' dans la coupe (fig. 23) faite suivant la ligne P. G. R. du plan.

La partie ponctuée R est le prolongement du bouton P placé à l'extrémité du manche P C de l'instrument. Si, dans la position que représente la figure, on tire cette tige dans la direction R S, la fourchette T U basculera autour de

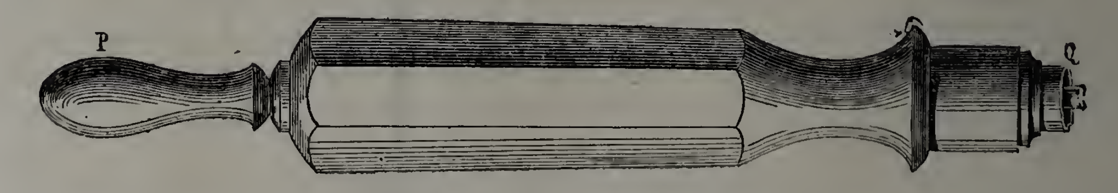


Fig. 24. — Manche d'anémomètre.

la charnière T, fixe par rapport à l'instrument, et le point U entraînera avec lui le canon V, ainsi que son appendice V X, qui ne peut se déplacer sans faire basculer le balancier G G'; dans ce mouvement de bascule la pointe de la vis G appuiera sur l'aiguille et la forcera à pointer à l'encre sur le cadran. Si on pousse la tige R en sens contraire, les effets inverses se produisent pour la rainure S, pour la fourchette T U et pour la pièce V X, et il en résultera un nouveau pointage lorsque le bec X repassera sur le mentonnet correspondant du balancier, qui est d'ailleurs ramené dans sa position après chaque pointage, par un petit ressort G' que l'on voit en coupe sur le dessin. La pièce V X est bifurquée de manière que sa seconde branche agisse de la même façon sur le balancier du deuxième cadran, et il résulte de cette disposition qu'il suffit d'agir sur le bouton P quand déjà le volant à ailettes a pris sa vitesse de régime pour inscrire sur les deux cadrans à la fois le nombre de tours déjà faits au commencement de l'expérience; la même manœuvre indiquera le nombre de tours à la fin, et il

suffira de retrancher le nombre donné par la première lecture, de la dernière, pour avoir exactement celui des révolutions effectuées pendant toute la durée de l'observation (Tresca).

Anémomètre totalisateur Morin, à compteur électrique. — Le général Morin a fait construire par l'ingénieur Hardy, un anémomètre qui permet de placer le compteur de tours à une distance assez grande du moulinet, ce qui rend ainsi très-facile le contrôle permanent de la ventilation des édifices.

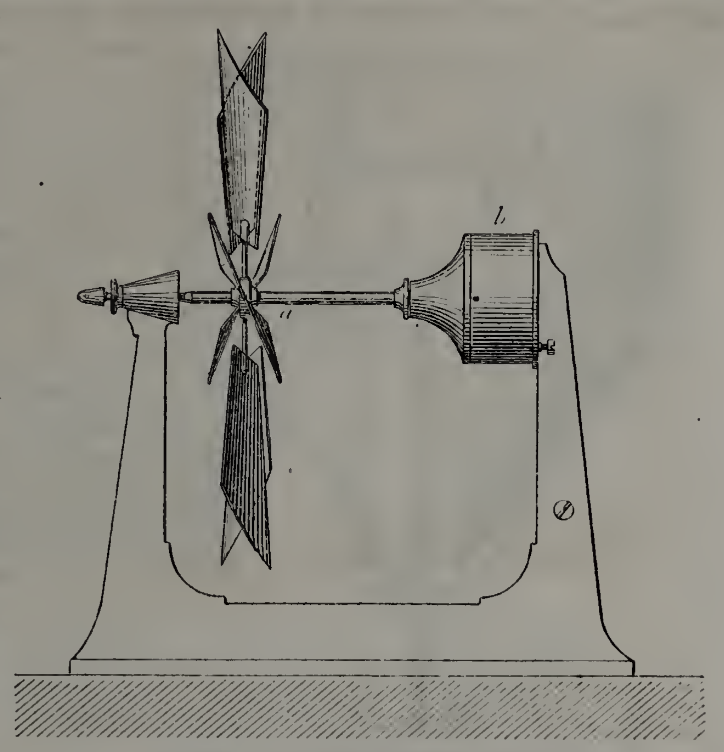


Fig. 25. — Anémomètre électrique.

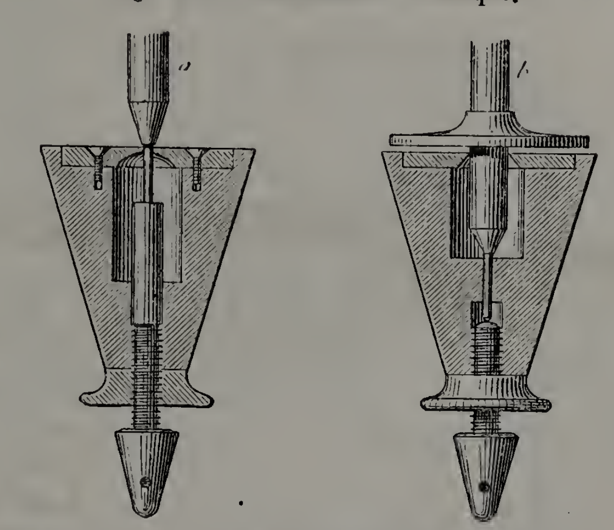


Fig. 26. — Détails de l'anémomètre électrique.

L'appareil se compose, fig 25, 26, 27, 28, 29 et 30 (1) d'un arbre en acier portant six ailettes en aluminium, de forme hélicoïdale, ayant un diamètre extérieur de $0^m,21$ et un diamètre intérieur de $0^m,05$.

La vitesse de rotation de l'arbre, même sous l'action de vitesses assez faibles de l'air, devant devenir trop considérable pour que les communications électriques pussent être établies directement par cet arbre, il a été nécessaire d'employer un engrenage intermédiaire faisant marcher plus lentement une roue destinée à établir les contacts.

A cet effet, l'arbre porte un petit pignon de 12 dents, qui engrène avec une roue de 72; sur l'axe de celle-ci est monté un autre pignon de 6 dents, qui conduit une roue de 100 dents, dont l'arbre fait par conséquent un tour pour 100 tours de moulinet. Cette vitesse est d'ailleurs assez grande, même quand celle de l'air est faible, puisqu'il suffit alors de prolonger l'expérience pendant quelques minutes pour obtenir des résultats convenablement exacts pour les expériences de ce genre.

Les communications électriques entre l'arbre des ailettes et le compteur ont été très-ingénieusement établies par Hardy, de la manière suivante :

La boîte des contacts fig. 28 contient deux ressorts g et g', qui, selon le sens du mouvement des ailettes, sont, par l'intermédiaire d'un petit ressort auxiliaire p, mis en communication avec deux fils conducteurs, dont l'un aboutit à une paire d'électro-aimants, qui, par leur action, font marcher le compteur dans un sens;

(1) *Annales du Conservatoire*, tome V.

et dont l'autre est en communication avec une autre paire d'électro-aimants, dont la pièce mobile placée en-dessus agit en sens contraire sur la roue à minutes du compteur, en lui faisant ainsi opérer naturellement la soustraction du nombre de tours correspondant à la marche renversée de la ventilation, fig. 29, 30.

Si l'on voulait tenir compte séparément des nombres de tours, ou ce qui revient au même, des volumes extraits et rentrés, il suffirait d'avoir un compteur particulier correspondant à chaque paire d'électro-aimants ou à chaque fil, de sorte que l'un des deux compteurs donnerait le nombre de tours correspondant à l'évacuation, et l'autre le nombre de tours relatifs à la rentrée, s'il s'en produisait, ce qui d'ailleurs, ne devrait jamais arriver dans un service bien fait.

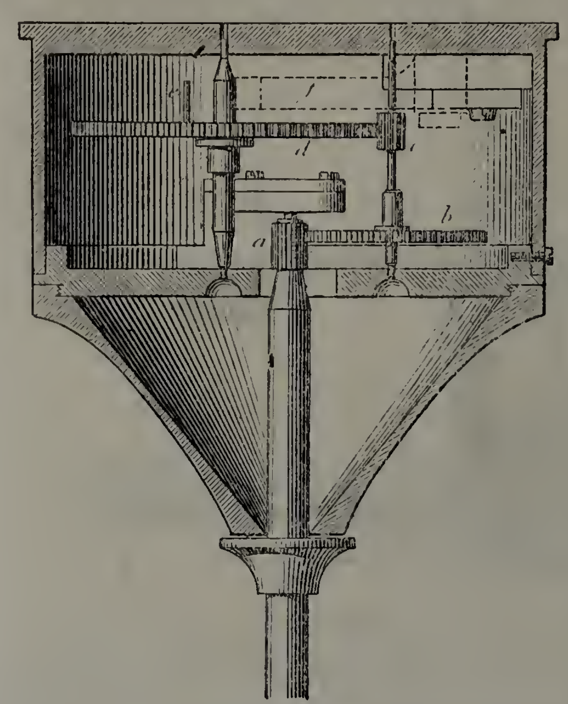


Fig. 27. — Détails de l'anémomètre électrique.

L'appareil fonctionne avec une seule pile Marié Davy, au sulfate de mercure, au moyen de deux courants qui sont alternativement ouverts et fermés. Le fil conducteur de chacun d'eux aboutit d'une part au pied de la monture même du moulinet, et de l'autre à l'électro-aimant qui lui correspond.

Le compteur a cinq cadrans, dont le premier donne les centaines de tours du moulinet jusqu'à 10,000, le second depuis 10,000 jusqu'à 100,000, le troisième de 100,000 à 1,000,000, le quatrième de 1,000,000 à 10,000,000, et le cinquième de 10,000,000 à 100,000,000.

Dans le cas d'une vitesse de 3 mètres, en une seconde, dans la cheminée d'évacuation, ce qui est rare et très-suffisant pour assurer la stabilité de la ventilation, ce compteur pourrait suffire pour observer pendant plus de deux mois, sans ramener les cadrans au zéro.

Afin de s'assurer que les dispositions prises pour éviter l'altération des huiles et l'introduction des poussières avaient atteint le but désiré, l'on a laissé pendant près de deux mois l'appareil exposé à une poussière considérable.

Après ce laps de temps, une nouvelle opération de tarage a conduit à une formule identique à la première.



Fig. 28. — Détails de l'anémomètre électrique.

On voit donc que l'appareil peut être employé avec sécurité pour des observations prolongées, et principalement pour contrôler la régularité d'un service de ventilation.

Tube de Pitot et manomètres. — Les anémomètres sont des instruments fort commodes, mais qui ne peuvent répondre à tous les besoins nécessités par les différentes vitesses de l'air. Pour de grandes vitesses ils fatiguent trop, et on s'expose à les briser; il est donc nécessaire d'employer des instruments plus solides.

Le tube de Pitot, instrument bien connu des hydrauliciens, convient parfaitement pour suppléer aux anémomètres. On tourne son ouverture, effilée en face du courant d'air, et de la pression indiquée par un manomètre de précision, on déduit facilement la vitesse cherchée, à l'aide de la formule de Tresca : $V = 123\sqrt{h}$. On peut également employer le tube de Pitot pour la mesure des

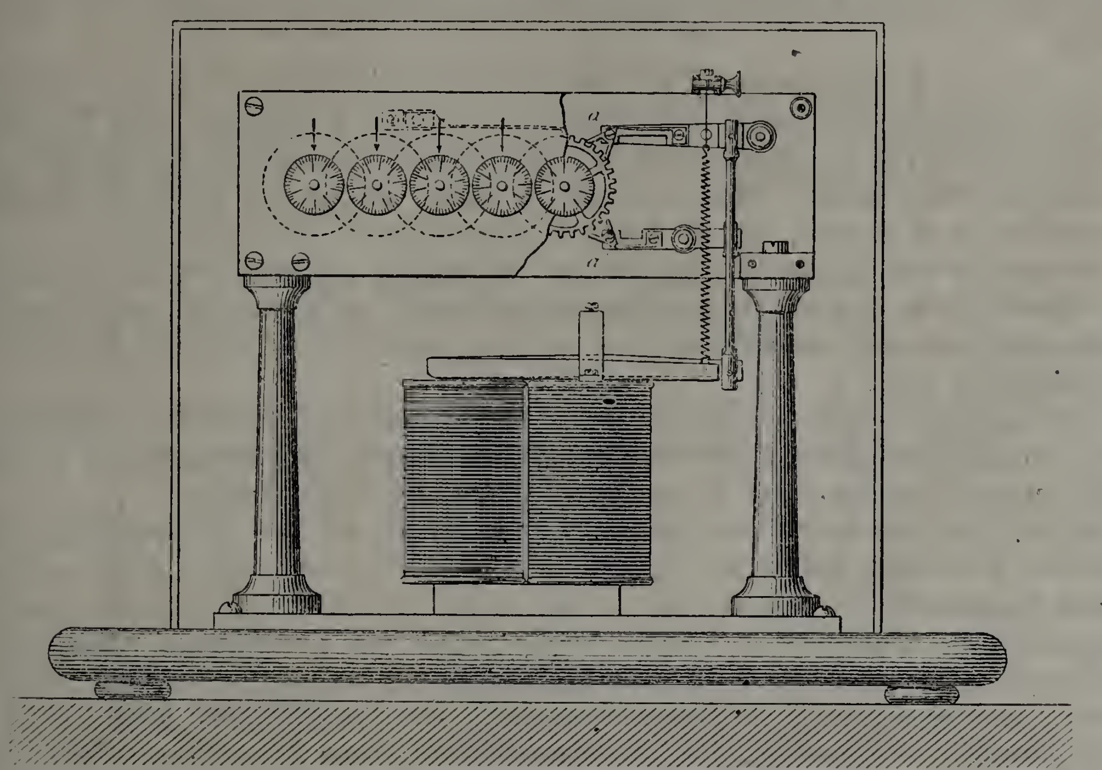


Fig. 29. — Compteur électrique, élévation.

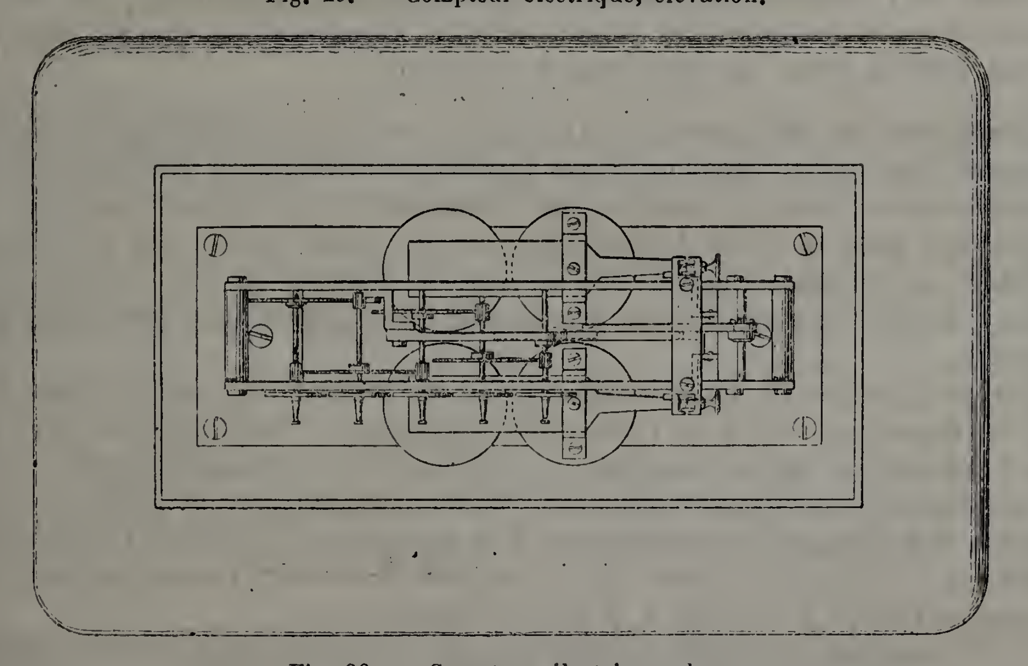


Fig. 30. — Compteur électrique plan.

petites vitesses, mais on doit alors employer des manomètres de grande précision, tels que ceux de Péclet à tube incliné, de Scheurer-Kestner, Brunt, Kretz, ou, enfin, celui très-portatif de Richard frères. Il serait utile d'indiquer sur les cadrans ou échelles les vitesses de l'air correspondant aux dénivellations en eau, on aurait ainsi facilement un instrument donnant un contrôle permanent de la vitesse désirée pour la ventilation, à l'entrée ou à l'extraction ; un manomètre ainsi gradué rendrait surtout de grands services pour l'appréciation continue du

tirage des fourneaux industriels, dont ils permettrait de régler l'intensité à tout instant, ce qui conduirait certainement à la réalisation d'importantes économies de combustible.

Hygromètres. — L'air atmosphérique contient toujours de la vapeur d'eau dont la présence peut être constatée, soit à l'aide des substances hygrométriques qui l'absorbent, soit au moyen de corps froids sur lesquels elle se condense.

Le rôle que joue la vapeur d'eau dans l'air est considérable, tant au point de vue de l'hygiène, qu'à celui des altérations qu'elle détermine dans la nature des corps bruts. Il y a donc intérêt à rechercher les conditions qui règlent cette influence, et à expliquer comment elle se trouve dépendre, moins de la quantité réelle de la vapeur, que de l'état de saturation où elle se trouve.

On appelle état hygrométrique de l'air le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau que cet air contient actuellement, et la quantité qu'il pourrait contenir à la *même température* s'il en était saturé. C'est donc la fraction de saturation de l'air.

C'est ce rapport qui constitue l'état de sécheresse ou d'humidité de l'air;etc'est de sa valeur que dépend une des propriétés les plus importantes de ce gaz, celle d'enlever ou de céder de la vapeur d'eau aux corps voisins.

On voit qu'il ne suffit pas pour savoir si un air est sec ou humide, de connaître la quantité absolue de vapeur d'eau qu'il renferme, mais qu'il faut connaître également la quantité de vapeur d'air qui saturerait cet air pour la température à laquelle il se trouve. De là résulte une conséquence importante; c'est qu'un air peut être très-humide avec peu de vapeur, et très-sec, au contraire, avec une quantité de vapeur beaucoup plus considérable. L'air chaud de l'été contient, en général, plus de vapeur d'eau, sous le même volume, que l'air froid de l'hiver; et, cependant, il est d'ordinaire beaucoup plus sec; c'est qu'à raison de sa température plus élevée, la vapeur d'eau qui s'y trouve est plus éloignée du terme où elle serait à saturation.

Hygromètre de Saussure. — Lorsqu'un cheveu, convenablement préparé, est plongé dans un air plus ou moins humide, il subit, dans ses dimensions et particulièrement dans sa longueur, des changements qui dépendent, non de la température, mais de l'état hygrométrique de cet air. Le cheveu s'allonge par l'humidité, se raccourcit par la sécheresse, et chacune de ses dimensions est relative à un état hygrométrique particulier pour lequel elle peut ainsi servir de mesure.

Tel est le principe de l'hygromètre à cheveu de Saussure, qui consiste en un cadre sur lequel est tendu un cheveu bien dégraissé, s'enroulant sur l'axe d'une aiguille indicatrice, qui se meut sur un cadran divisé en degrès égaux.

La graduation égale de ce cadran ne répond pas, comme on pourrait d'abord le penser, à des degrés proportionnels à la saturation de l'air. Il faut avec cette graduation se reporter à une table spéciale due à Gay-Lussac et dont nous donnons un aperçu sommaire à la page suivante.

On voit clairement, d'après ce tableau, que les indications de l'hygromètre Saussure sont loin d'être proportionnelles à l'état hygrométrique; ainsi lorsque ce dernier est 0,5, c'est-à-dire quand l'air renferme la moitié de la vapeur qu'il peut contenir, l'hygromètre marque 72 degrés Saussure.

La forme donnée à l'hygromètre par Saussure le rend peu transportable et extrêmement fragile, aussi son emploi est encore peu répandu, malgré son incontestable utilité.

Hygromètre Monnier, (*Naudet, constructeur, à Paris*). — Le physicien

français Monnier a pu fort heureusement modifier la forme primitive de l'hygromètre à cadran. Il est parvenu à l'enfermer dans une boîte plate cylindrique formant cadran, et mettant ainsi le cheveu à l'abri de tout accident; cet excellent instrument devenu aussi facile à transporter qu'un baromètre Vidie, a enfin rendu facile l'emploi de l'hygromètre à cheveu, le seul qu'il soit possible de recommander aux praticiens; car tous les hygromètres, de Leroy, Daniell, August, Regnault, Alluart; exigent des précautions trop minutieuses pour la pratique des observations sommaires et rapides.

Les hygiénistes sont d'accord pour indiquer le degré 72° Saussure, comme le plus satisfaisant dans l'intérieur des habitations. Il faut donc chercher à donner à l'air de ventilation ce degré d'humidité, qui correspond à un état de saturation égal à 0,5.

TABLE DE GAY-LUSSAC.

DEGRÉS Saussure.	ÉTAT hygrométrique.	DEGRÉS Saussure.	ÉTAT hygrométrique.
0	0,0	79	0,6
22	0,1	85	0,7
29	0,2	90	0,8
53	0,3	95	0,9
64	0,4	100	1,0
72	0,5		

APPAREILS DE VENTILATION.

Cheminées d'appel Pl. IV. (1). — Nous ne reviendrons pas ici sur les détails de contruction des cheminées, que nous avons complètement décrits à l'article *chauffage*, mais nous allons donner un aperçu de leur effet utile comme appareil d'aspiration.

Les savants, fort nombreux, qui se sont occupés de la théorie du tirage des cheminées n'ont point encore pu trouver une formule donnant des résultats exacts en pratique. Nous sommes donc dispensés de faire une étude complète de ces formules inexactes; nous donnerons cependant un aperçu des bases qui ont servi à les établir; l'exposé suivant, emprunté à Knapp (2), nous a paru le plus propre à en faciliter la compréhension.

« La cheminée, destinée en principe à diriger la fumée à l'extérieur, a, en outre, comme fonction essentielle, de déterminer l'appel de l'air nécessaire à la combustion, et d'assurer son renouvellement au fur et à mesure qu'il se dépouille de son oxygène.

D'une manière générale, la cheminée se compose d'un conduit vertical dont la hauteur est ? fonction des dimensions de la section horizontale.

Le mouvement de l'air dans la cheminée est dû à son échauffement et à l'excès de sa température sur celle de l'air extérieur.

Au début, la cheminée est remplie par une colonne d'air froid, qui fait équilibre, à l'extérieur, à une colonne de même section. En s'échauffant, l'air de la

(1) Voir l'article *Cheminées d'usine*, par M. L. Droux.
(2) *Chimie technologique*, tome Ier, p. 323.

cheminée se dilate, devient plus léger et, par suite, l'équilibre se trouve détruit. Si on prend, par exemple, une cheminée d'un mètre carré de section et de 50 mètres de hauteur, contenant par conséquent 50 mètres cubes d'air à zéro, cet air pèse $64^k,8$. A la température de 100 degrés il ne pèse plus que $47^k,5$, soit $17^k,3$ en moins. Cette différence de poids détermine la pression en vertu de laquelle l'air extérieur pénètre dans la cheminée. Si l'on imagine les deux colonnes d'air ramenées à une même température et celle de l'extérieur portée à 100 degrés, comme celle de la cheminée, cette colonne extérieure se dilatera et, en vertu de sa moindre densité, prendra une hauteur plus considérable. La colonne intérieure d'air à 100 degrés a, comme précédemment, 50 mètres, celle de l'extérieur $68^m,2$; la différence sera donc de $18^m,2$. Cette différence de hauteur mesure la vitesse de mouvement de l'air; elle se maintient tant que le foyer échauffe la cheminée.

Le calcul qui précède a été fait, en supposant l'air porté à 100 degrés, mais il est facile, en partant des lois de la dilatation de l'air, d'établir un calcul analogue pour tous les cas. L'air se dilate de $^1/_{274}$ de son volume primitif par chaque degré d'augmentation de la température; sa dilatation, pour l'unité de volume, sera donc de $\frac{t^o}{274}$ pour un accroissement de t^o.

Si l'on compare des cheminées de même section dont les volumes d'air sont entre eux dans le rapport des hauteurs h, comptées verticalement d'un orifice à l'autre, la différence de hauteur des deux colonnes d'air, à l'intérieur et à l'extérieur de la cheminée sera, $\frac{ht^o}{274}$, expression qui représente l'excès de pression de le colonne extérieure. On voit que cet excès de pression est proportionnel à la hauteur de la cheminée h et à l'excès t^o de la température de l'air à l'extérieur sur celle de l'intérieur. Cet excès de pression détermine la quantité d'air qui passe dans une cheminée, pendant l'unité de temps, et dont il est facile de calculer la vitesse. La vitesse d'écoulement d'un fluide est, en effet, égale, d'une manière générale, à celle que prendrait un corps de même masse, en tombant d'une hauteur S, équivalente à la différence de charge, c'est-à-dire qu'on a $v = \sqrt{2gS}$; dans le cas d'une cheminée, S est égal à l'excès de poids de la colonne extérieure $\frac{ht}{274}$, et l'on a par suite la formule générale :

$$v = \sqrt{\frac{2 \times ght}{274}}$$

Cette relation indique que le tirage, c'est-à-dire la vitesse de l'air dans la cheminée, augmente avec la hauteur h et la différence de température t entre l'extérieur et l'intérieur, mais simplement comme les racines carrées de ces quantités.

HAUTEUR DE LA CHEMINÉE.	TEMPÉRATURE dans la CHEMINÉE	VITESSE DE L'AIR PAR 1″	
		calculée.	observée.
mètres.	degrés.	mètres.	mètres.
4,1	66	4,5	1,7
10,6	136	10,3	2,9
14,0	162	12,8	3,3
16,8	170	14,5	3,5

La formule qui précède permet donc d'établir les principes généraux du tirage dans les cheminées, mais on n'en saurait déduire, pour chaque cas, des dimensions pratiques admissibles. Si effectivement on compare les valeurs de v, déduites de la formule, avec les vitesses observées expérimentalement, on remarque des écarts très-sensibles. Ainsi, pour des cheminées en tôle, par exemple, on trouve les chiffres du tableau précédent :

On voit que la vitesse réelle est notablement inférieure à la vitesse théorique. Les causes de déperdition de vitesse sont multiples ; il y a d'abord le frottement que subissent les gaz dans leur trajet, le refroidissement de ces gaz, et enfin la résistance qui résulte de ce qu'ils s'échappent dans l'atmosphère, au lieu de s'échapper dans le vide.

Nous voyons donc qu'il est à peu près impossible d'employer pratiquement ces formules théoriques.

En pratique, on admet généralement qu'une cheminée d'appel bien établie doit donner à l'air une vitesse de 2 à 3 mètres par 1″ pour un échauffement de 20°, quand la canalisation de l'air appelé est courte. Pour une canalisation longue et tortueuse, l'échauffement de l'air devra être porté à 30 ou 40° pour lui donner la même vitesse de sortie de 2 à 3 mètres par 1″, nécessaire pour éviter le refoulement par le vent à l'ouverture supérieure de la cheminée.

Le professeur Tresca a fait en juin 1866 (1), de nombreuses expériences sur la ventilation par la chaleur, dans la grande cheminée d'appel du conservatoire *continuellement* chauffée.

Le nombre de mètres cubes évacués par kilogrammes de houille, s'est élevé à 1836 M³ pour une vitesse de $1^m,22$ et en déduisant la part afférente à la ventilation naturelle qui était d'environ $0^m,42$ par 1″, le volume extrait par kilogramme serait encore de près de 1500 M³.

Des effets utiles bien moins favorables ont été observés en 1870, sur la cheminée aspirante du Palais-Bourbon (2) en service *intermittent*. La consommation par jour s'est élevée à 2182 kg. pour une ventilation de 18785 M³ à l'heure, soit de 84532 M³ pour 4,5 heures de séance ; chaque kilogramme de houille n'a pu évacuer que $\frac{84532}{2182} = 38\,M^3,74$, ce qui est extrêmement faible.

Un résultat aussi mince indique déjà, sans qu'il soit besoin d'insister, que les cheminées d'appel sont tout à fait impropres à l'appareil d'entraînement par l'eau pendant la saison chaude, et qu'il y aurait lieu dans ce cas, d'employer des appareils plus énergiques et d'un rendement plus élevé.

APPAREILS DE VENTILATION PAR ENTRAINEMENT PAR L'EAU.

Trompes. — La trompe est un appareil très-simple qui peut rendre de grands services quand on dispose d'une chute d'eau ; son effet utile n'est, il est vrai, que d'environ 15 %, mais son entretien est presque nul, et elle peut donner un courant d'air frais, puisqu'elle a été en contact avec une masse d'eau froide et pulvérisée dans sa chute.

Cette machine se compose d'un tuyau vertical en bois, dans lequel on laisse tomber l'eau. Le haut du tuyau est muni d'un entonnoir conique par lequel l'eau s'introduit ; cet entonnoir donne lieu à la formation d'une veine liquide,

(1) *Annales du conservatoire*, tome VII.
(2) *Annales du conservatoire*, tome IX.

qui n'occupe pas toute la largeur du tuyau et qui tend à entraîner dans son mouvement l'air qui se trouve autour d'elle. Des ouvertures permettent à cet air intérieur de suivre le mouvement descendant de l'eau, sans qu'il en résulte un vide dans le haut du tuyau, puisque l'air entraîné est remplacé par l'air extérieur, qui entre par les ouvertures latérales supérieures.

Par cette disposition l'intérieur du tuyau est constamment parcouru de haut en bas par un mélange d'air et d'eau. Le tuyau débouche inférieurement dans une caisse fermée. La colonne descendante vient se briser sur une petite tablette, destinée à faciliter la séparation de l'air et de l'eau. L'air se loge dans le haut de la caisse, et y possède une force élastique supérieure à celle de l'air atmosphérique; en vertu de cet excès de pression, il se rend, par une conduite, dans les locaux où il doit être employé, soit à des foyers ou fourneaux, ou bien à la ventilation des édifices et des mines.

Cet appareil donnant un jet très-régulier pourrait être employé avec avantage dans le système de ventilation par l'air comprimé, dû à l'ingénieur Piarron de Mondesir, où il aurait l'avantage d'introduire un certain degré de rafraîchissement dans l'air pur entraîné.

Les proportions des trompes ont été l'objet d'une savante étude due à Tom-Richard (1) qui est parvenu à les déterminer d'une façon très-heureuse.

Combes s'en est également occupé (2), il conseille, d'accord avec d'Aubuisson, de multiplier les arbres creux quand on veut utiliser un grand volume d'eau pour aspirer un grand volume d'air, et de donner à la caisse et au porte-vent de grandes sections permettant la circulation de l'air sous de petites pressions pour en augmenter le volume.

Entraînement par l'air. Appareils à air comprimé. — La première application des appareils ventilateurs agissant par entraînement d'air à grande vitesse, paraît avoir été faite par l'ingénieur français Piarron de Mondesir, dans le creusement des tunnels de la ligne de Bologne à Florence (3); l'aérage de ces tunnels était produit à l'aide d'un petit ventilateur centrifuge qui lançait de l'air légèrement comprimé dans une espèce d'injecteur Giffard placé au centre d'un tuyau, on obtenait ainsi un entraînement d'air considérable par rapport au volume d'air directement soufflé.

L'air comprimé sortant de l'ajutage central, forme par sa détente un véritable piston gazeux qui pousse devant lui l'air contenu dans le tuyau. Cet air est remplacé par de l'air nouveau entrant par l'autre bout du tuyau, et un courant général très-régulier s'établit ainsi dans le tuyau.

L'air comprimé joue donc le rôle d'un moteur direct, et entraîne avec lui une masse d'air atmosphérique. On peut multiplier et placer en tous les points d'un vaste édifice les injecteurs d'air nécessaires à sa ventilation, en comprimant de l'air dans un réservoir central, d'où partent les conduites d'air comprimé; sur ces conduites on branche des injecteurs assurant la régularité de l'introduction de l'air pur à chaque prise d'air pur extérieur; l'extraction de l'air vicié est aussi facilement obtenue par l'injection d'un jet d'air dans chaque cheminée d'extraction. Le professeur Tresca, a soumis les appareils Piarron de Mondesir à des expériences précises (4), et il a trouvé que chaque cheval-vapeur pouvait entraîner en moyenne 6600 M^3 d'air par heure, pour des vitesses de $2^m,28$ à $3^m,17$. Pour une vitesse égale à $1^m,20$, l'entraînement par cheval s'est élevé à 11500 M^3. Si la machine dépensant 3^{kg} de houille par cheval, on pour-

(1) Etudes sur l'art d'extraire le fer.
(2) Aérage des mines.
(3) Pernolet. L'air comprimé, page 526.
(4) *Annales du Conservatoire*, tome VII.

rait obtenir 4000 M³ par kg. de houille, avec de faibles vitesses ; et 2000 M³ avec des vitesses de 2 à 3 mètres par 1″. Cet ingénieux procédé de distribution de force ventilante, peut rendre d'utiles services dans les édifices qui ont besoin d'une force très-divisée, et qui présentent de nombreuses ouvertures d'introduction d'air pur et d'extraction d'air vicié,

APPAREILS AGISSANT PAR ENTRAINEMENT.

Entraînement par la vapeur. Injecteurs à vapeur. — L'injection de vapeur appliquée à l'entraînement de l'air a été pratiquée par l'ingénieur Méhu, elle a été fort bien étudiée par Glépin qui rapporte dans son mémoire sur la ventilation des mines, les principaux résultats suivants : Avec des jets de vapeur à 5 atmosphères, l'appareil Méhu produisait le plus grand travail utile lorsqu'il était composé de 6 tuyaux de 1 mètre de longueur sur $0^m,2$ de diamètre, et de 6 bases à vapeur cylindriques de $0^m,006$ de diamètre intérieur, l'effet utile s'est élevé à 5,5 %.

Cet effet utile est bien faible, mais il nous paraît dû en grande partie à la mauvaise disposition de l'appareil. Les buses soi-disant annulaires employées n'avaient pas d'accès d'air au centre, (1) et les tuyaux d'aspiration d'air étaient cylindriques dans toute leur longueur, quand ils auraient dû recevoir la forme d'un cône divergent, utilisant par succion la plus grande partie de la force vive possédée par l'air aspiré à grande vitesse.

Le professeur Tresca a étudié les effets de l'entraînement de l'air par des jets de vapeur, dans la cheminée d'appel du Conservatoire (2) ; il a constaté que chaque kilogramme de vapeur pouvait, avec un jet cylindrique de $0^m,005$ de diamètre, entraîner 105 M³ d'air ; la valeur moyenne par kilog. de vapeur s'est trouvée être d'environ 90 M³ à la vitesse moyenne de $0^m,94$ par 1″. Il a conclu de ces expériences qu'on peut compter, même dans de mauvaises conditions d'installation, sur un débit d'air de plus de 600 M³ par kilog. de houille.

L'ingénieur Siemens a étudié avec soin cette question de l'application de la vapeur à la propulsion des gaz, et il est arrivé à construire un injecteur qui, avec de la vapeur à 3 atmosphères, fait un vide de $0^m,61$ de mercure (3) et donne un effet utile égal à celui que l'on obtient avec les souffleries et les pompes à air.

L'injecteur Siemens est une espèce de tuyère dans laquelle la vapeur arrive en jet très-mince, sous la forme d'une colonne creuse cylindrique, s'échappant d'un orifice annulaire, formé par deux tuyères coniques entre lesquelles la vapeur est amenée par un tuyau latéral.

L'air ou le gaz à mettre en mouvement est introduit par un tuyau latéral de grand diamètre, au moyen d'un second orifice annulaire entourant celui d'arrivée de vapeur, et à l'intérieur du jet de vapeur par la partie centrale, laissée creuse à cet effet. Au centre de cette arrivée d'air centrale, on a fixé un fuseau très-allongé pour empêcher les tourbillons et assurer le contact de l'air et de la vapeur.

Grâce à ces dispositions rationnelles :

La surface de contact de la vapeur et de l'air, considérablement augmentée par la forme annulaire du jet de vapeur et des jets d'air qui l'enveloppent,

(1) Le dessin est donné pl. XVI, du mémoire de Glépin.
(2) *Annales du Conservatoire*, tome VIII.
(3) L'air comprimé, page 139.

accroît dans la même proportion le débit d'air, et l'évasement parabolique graduel du prolongement du tuyau diminue la vitesse des molécules et transforme en pression leur force vive.

Enfin, un ingénieur allemand, Kœrting, de Hanovre, a récemment combiné un ventilateur à jet de vapeur, fondé sur le même principe que celui de Siemens, mais dont la disposition permet d'utiliser la détente du jet central, au moyen d'une série de cônes concentriques, dont l'ensemble débouche dans un cône pl. 4 divergent où la force vive de l'air est utilisée comme dans l'appareil Siemens, et transformée utilement en force d'aspiration.

VENTILATEUR A HÉLICE.

Nous avons vu qu'un courant d'air peut faire tourner *proportionnellement à sa vitesse* un anémomètre placé dans ce courant. L'effet inverse peut être produit si nous faisons tourner un anémomètre dans l'air en repos. Les ailettes frappant l'air obliquement, détermineront sa mise en mouvement d'autant plus rapide que la vitesse de rotation de l'anémomètre sera plus grande. En 1834, Sochet, ingénieur de la marine au port de Toulon, proposa d'appliquer à la ventilation des navires un ventilateur à hélice qui obtint un certain succès, puisque son inventeur fut récompensé par le Conseil des travaux de la marine (1).

Ventilateur Motte, pl. IV. — Cette idée fut reprise, vers 1840, par Motte, ingénieur belge qui conseillait d'employer une *vis pneumatique*, composée d'un cylindre vertical, communiquant par la base inférieure avec les conduits d'aérage, et par en haut avec l'atmosphère, et d'une vis munie d'une poulie, placée dans le cylindre avec lequel elle fait axe commun.

Combes trouvait qu'elle réunissait les conditions principales d'un bon appareil d'aérage ; mais il signalait, avec raison, la nécessité d'employer un noyau central cylindrique, afin d'éviter les rentrées d'air qui se produisent dans le voisinage de l'axe, quand celui-ci est d'un faible diamètre. Ces rentrées d'air ont été parfaitement constatées par Glépin (2) dont nous citons les deux observations suivantes :

« Si l'effet utile de la vis de Sauwartan n'est pas plus considérable (24 $^0/_0$), je crois qu'on doit en attribuer la cause, en grande partie, à l'existence de deux courants en sens inverse, qui ont lieu l'un près de l'enveloppe, et l'autre près de l'axe de la vis.

L'effet utile de la vis (24 $^0/_0$) de la fosse Buchère est, sans aucun doute, diminué par l'existence de deux courants en sens inverse, qui s'établissent dans son intérieur, l'un près de l'axe et l'autre près de l'enveloppe.

On m'a dit avoir considérablement diminué l'appel de l'air extérieur par la vis, près de l'axe, depuis qu'on a placé sur le devant de cet appareil, derrière la poulie, une plaque circulaire en tôle de $1^m,7$ de diamètre.

Quoiqu'il en soit, l'existence de ces deux courants est très-sensible, lorsqu'on se trouve placé derrière l'appareil, du côté de la fosse d'aérage. L'air de la mine est appelé par la vis, dans le voisinage de l'axe, tandis qu'un courant considérable, en sens inverse, s'établit sur toute la circonférence de l'enveloppe et se fait sentir jusqu'à une certaine distance de l'appareil. »

(1) Supplément à l'aérage des mines, par Combes, 1841, p. 38.
(2) Mémoire sur les appareils de ventilation des mines, 1844, p. 41 et 45.

Ventilateur Pasquet. — Pasquet, ingénieur belge, est l'inventeur d'un ventilateur à hélice d'une forme spéciale.

Il est composé d'un cône central en tôle, ayant sa base tournée du côté de l'aspiration, et de trois ailes enveloppant le cône central.

L'effet utile de ce ventilateur ne serait en certains cas, d'après Glépin, que de 10 %. Le même observateur a encore constaté que des rentrées d'air extérieur de grande intensité se produisaient dans le voisinage de l'axe de ce ventilateur.

Ventilateur Lesoinne. — Le professeur belge Lesoinne, *a pensé* (1) que le meilleur récepteur de la force du vent devrait donner de bons résultats pour l'extraction de l'air vicié des mines, et il a fait construire un appareil analogue aux ailes des moulins à vent.

Il est formé de six ailes en tôle, rivées sur des rayons en fer qui sont fixés d'un côté à un noyau central, et de l'autre à une couronne circulaire. L'inclinaison de ces ailes est, comme pour les moulins à vent, de 18 à 19° au noyau,

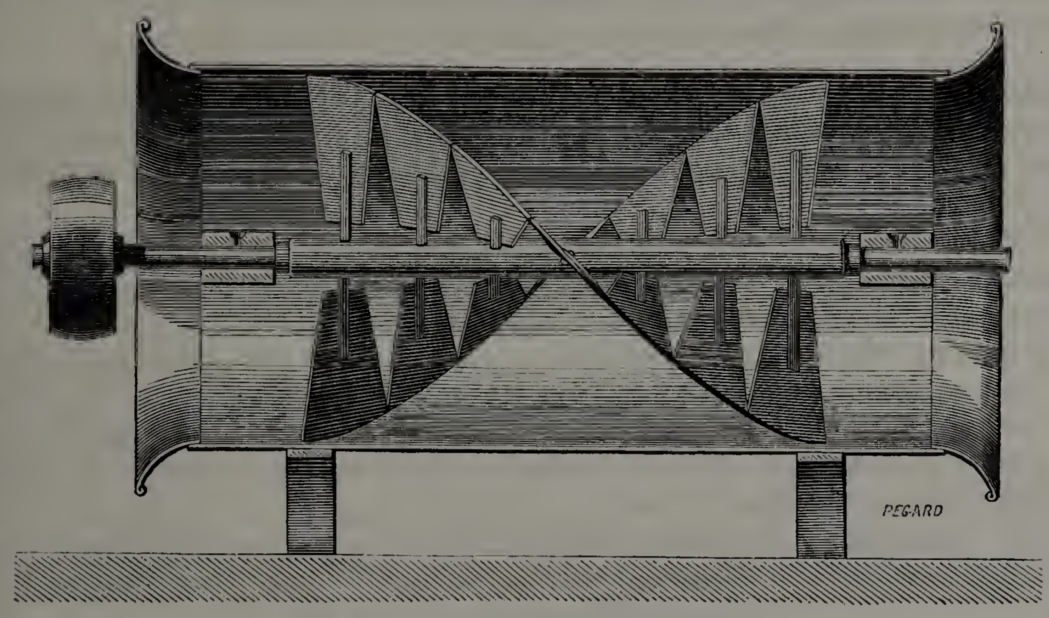


Fig. 31. — Ventilateur Hélice Guérin.

et 6 à 7° à la circonférence. Lorsqu'on donne un mouvement de rotation à cet appareil, l'air glisse sur les ailes et se répand dans l'atmosphère; le vide relatif produit appel de l'air de la mine, qui est chassé à son tour de la même manière.

L'effet utile de cet appareil est évalué *par le calcul* à 26 %.

Ventilateur Guérin. — Guérin, ingénieur de la maison Léon Duvoir, a combiné un ventilateur hélice, dont nous empruntons la description et les effets au général Morin (2) fig. 31.

« Ce ventilateur se compose de deux demi-spires, ayant chacune sept palettes planes en forme de trapèze, inclinées à 38° sur le plan de rotation, et dirigées selon le plan tangent à la surface hélicoïde, qui serait formée par l'axe des bras qui les supportent. Ce ventilateur pouvant, selon le sens de sa marche, servir pour l'aspiration, comme pour l'insufflation, nous l'avons essayé dans les deux cas. »

Dans l'aspiration, l'effet utile moyen, égale environ 9 %.

Dans l'insufflation, cet effet utile moyen, s'abaisse à 4 %.

(1) Péclet, 3e édition, p. 269.

(2) *Annales du Conservatoire*, tome II.

Cette différence est attribuée par le général Morin, aux effets de la force centrifuge.

Nous croyons cependant que cette force n'est pas la cause principale du peu d'effet de ce ventilateur; l'absence d'un noyau central, ainsi que la mauvaise forme donnée aux palettes, qui dans le voisinage de l'axe n'offrent plus de surface résistante à l'air, concourent évidemment à permettre des rentrées d'air vers le centre.

Les expériences du général Morin, devraient être reprises sur des ventilateurs hélices à noyau central et à palettes hélicoïdales continues.

Jusqu'à ce que ces expériences aient été faites, il conviendra de ne pas rejeter les ventilateurs hélices comme de mauvais appareils donnant peu d'effet utile.

Nous croyons qu'au contraire ils sont susceptibles d'applications nombreuses; quand il s'agira, par exemple, de lancer de grands volumes d'air à faible vitesse. Ils ont sur les ventilateurs centrifuges, l'avantage précieux de ne point exiger de changements de direction dans le conduit d'air, et de ne point causer les vibrations sonores qui rendent parfois intolérable l'emploi des ventilateurs centrifuges ordinaires.

Ventilateur Howorth, *exposé en 1878*, pl. IV. — Howorth, ingénieur anglais, est l'inventeur d'un ventilateur à vis, 1858, qui peut être mis en mouvement par la force du vent actionnant une sorte de turbine à air, ou par un moteur quelconque.

Ces ventilateurs sont de plusieurs grandeurs appropriées à leur destination.

Les traits principaux de ce ventilateur sont (d'après l'inventeur) : son chaperon tournant, la vis d'Archimède, et les arrangements intérieurs pour l'huilage, par le moyen desquels le ventilateur tournera de six à huit ans avec le moindre vent et sans aucun bruit. Le chaperon à huit palettes de côté pour laisser sortir l'air chaud et vicié, et pour empêcher la pluie ou la neige de battre l'intérieur; sur le haut du chaperon sont des girouettes courbées sur lesquelles le vent agit en faisant tourner la tête.

L'hélice reliée à la tête par une tige, tourne avec celle-ci, produisant un courant d'air montant, empêchant l'entrée de l'air froid ou d'un courant descendant.

Ce ventilateur d'une construction soignée et d'un entretien facile, nous paraît destiné à rendre des services partout où l'on peut compter sur un vent régulier pour le mettre en mouvement.

Ventilateur Héger, de Vienne. — A l'Opéra de Vienne, le ventilateur de pulsion est une hélice du système Héger, de trois mètres de diamètre; cette hélice offre beaucoup de ressemblance avec la turbine motrice hydraulique de Jonval; elle est précédée et suivie de troncs de cône dirigeant l'air sur la couronne des palettes, et empêchant les pertes de charges par tourbillons.

Sa mise en mouvement a lieu sous l'action d'une machine à vapeur de 12 chevaux; elle peut fournir par heure de 40,000 à 120,000 M^3 d'air pur.

Ventilateur Durenne. — L'ingénieur Durenne a installé à l'Hôtel-Dieu de Paris, un ventilateur hélice dont le modèle est exposé dans la galerie des machines.

La forme de ce ventilateur est presqu'identique à celle d'une hélice motrice de navire.

Nous ne saurions approuver la disposition générale de cette hélice.

L'absence d'un noyau central autour de l'axe de rotation, nous paraît surtout regrettable.

L'effet utile de cet appareil n'a point encore été publié.

Ventilateur Geneste et Herscher, *exposé en 1878.* — A la suite des résultats obtenus par le professeur Ser, à l'Hôtel-Dieu, où il avait fait usage d'un ventilateur hélice, MM. Davioud et Bourdais, architectes-ingénieurs du Palais du Trocadéro, ont cru devoir songer à l'emploi de cet appareil pour la ventilation dela grande salle du Trocadéro.

Les ingénieurs Geneste et Herscher, chargés de construire les appareils, ont fait sur les ventilateurs hélices des expériences nombreuses, dont les résultats les ont décidés à donner à leur ventilateur hélice la forme suivante :

L'axe du ventilateur est garni d'une surface conique d'un assez grand diamètre, sur laquelle sont rivées des palettes hélicoïdales en tôle ne se recouvrant pas, et formant par leur ensemble une couronne annulaire autour du noyau central conique, ou tronc-conique.

Cette couronne annulaire s'évase beaucoup du côté de la sortie de l'air; son enveloppe extérieure a donc aussi la forme tronc-conique.

Ne connaissant pas les résultats des expériences, nous ne pouvons donner ici aucun autre détail sur ces ingénieux appareils dont l'exécution est soignée, et qui sont actionnés par d'ingénieux systèmes de turbines Vigreux, de roues turbines du regrettable Girard (1), ou tout simplement par moteur à vapeur (2).

Théorie du ventilateur hélice. — La théorie complète du ventilateur hélice n'a point encore été publiée; quelques ingénieurs, parmi lesquels nous citerons Combes (3), Devillez (4) en ont donné des théories approximatives et incomplètes.

Le savant et regrettable Gustave Lambert (5), (tué à Montretout) est bien parvenu à donner une théorie complète de l'hélice de propulsion dans l'air et dans l'eau, mais ses formules (d'ailleurs très-savantes) ne nous paraissent pas facilement applicables au cas des ventilateurs hélices.

Nous croyons donc utile de faire connaître ici nos idées personnelles et *pratiques* sur ce sujet important.

Ventilateur hélice Wazon à section constante et récupérateur de force vive, pl. IV.— Notre ventilateur hélice a été combiné sur les principes suivants :

1° Donner à l'air des sections constantes de passage, afin d'éviter les pertes de charge causées par les contractions et les élargissements.

La très-faible compression subie par l'air dans les ventilateurs hélices peut être négligée, et, en pratique, on peut donc considérer qu'une fois le *régime établi*, il passera dans le ventilateur, dans des temps égaux, des volumes d'air égaux, puisque la vitesse et la section sont uniformes.

2° Eviter le choc de l'air par le premier élément des palettes.

Pour satisfaire à cette condition, il faudra diriger le premier élément d'*attaque* suivant l'inclinaison de la résultante du parallélogramme des vitesses de la palette et de l'air.

En pratique, ces deux vitesses sont à peu près égales quand la palette est *courte*, ce qui se présente dans notre appareil; nous admettrons donc que ces deux vitesses y sont égales.

La direction de ces deux vitesses formant un angle de 90°, la diagonale résultante sera inclinée à 45°.

(1) Assassiné en 1871, à Saint-Denis, par une sentinelle prussienne.
(2) Trocadéro et ministère des travaux publics.
(3) Aérage des mines, supplément, 1845, p. 40
(4) Ventilation des mines, 1875, p. 321.
(5) La locomotion dans l'air et dans l'eau, 1864, p. 7.

3° Donner à la palette une forme permettant de réduire le nombre de tours au minima :

L'inclinaison de la palette à 45°, satisfait complétement à cette condition importante ; ainsi que l'a démontré l'ingénieur Devillez (1).

4° Donner à la palette une inclinaison de sortie telle que l'air conserve une direction parallèle à l'axe et une vitesse maxima :

L'inclinaison à 45°, satisfait encore à ces conditions, car si d'un côté l'air a une tendance à sortir suivant la tangente (45°) à l'hélice, cette tendance est exactement compensée par sa vitesse latérale. On sait déjà aussi que l'air prend une vitesse maxima avec une palette inclinée à 45°.

On voit donc que l'inclinaison de la palette à 45° dans toute son étendue, satisfait complétement aux conditions d'éviter le choc de l'air, de réduire le nombre de tours du ventilateur, de maintenir l'air dans une direction parallèle à l'axe, et de lui assurer une vitesse maxima.

Cette inclinaison étant la même dans les deux directions, il en résulte de plus l'important avantage de pouvoir *instantanément* changer la direction et l'effet du courant d'air qui peut être, à volonté, rendu aspirant ou soufflant, en changeant tout simplement le sens de la rotation du ventilateur.

5° Eviter les rentrées d'air dans le voisinage de l'axe de rotation :

Ces rentrées d'air bien constatées par Glépin et Morin, sont évidemment causées par la trop grande inclinaison des directrices dans le voisinage de l'axe de rotation.

Pour les éviter, il faudra entourer l'axe de rotation d'un *noyau cylindrique* central, et garnir ce noyau de palettes courtes, ce qui permettra de leur donner une inclinaison à 45° presqu'identique dans toute leur longueur ; ces palettes formeront ainsi autour du noyau une couronne annulaire dont la hauteur suivant l'axe sera égale à la longueur des palettes, puisqu'elles ne se recouvrent pas et qu'elles ont même largeur que hauteur.

Quant aux proportions de ce noyau, nous croyons qu'il suffit de lui donner un diamètre égal à celui du tuyau d'amenée d'air, proportion adoptée d'ailleurs par Héger, dans son ventilateur hélice de l'opéra de Vienne (2), et par Girard pour sa roue turbine de Noisiel (3).

Pour éviter les pertes de charge, nous ferons précéder et suivre ce noyau cylindrique central par deux cônes fixes, ayant une longueur suffisante, 2 à 3 fois le diamètre. Nous donnerons à ces deux cônes fixes une forme se rapprochant des *lignes d'eau* des navires, afin de diminuer la résistance d'écartement de l'air et de l'amener progressivement et sans choc sur la couronne annulaire des palettes.

Cette couronne, ayant même section annulaire que le tuyau d'amenée, sera également précédée et suivie par des surfaces courbes de raccordement, laissant entre elles et les cônes une section toujours à peu près égale à celle du tuyau d'amenée d'air, facilitant à l'air son écartement progressif et sans choc, et lui permettant d'aborder la couronne parallèlement à l'axe de rotation.

6° Enfin, il faut surtout éviter, pour les ventilateurs aspirants, de rejeter l'air dans l'atmosphère avec une grande vitesse, car la force vive de cet air cause dans ce cas une perte inutile de force motrice.

Il faudra donc, pour éviter cet effet, évaser en cône divergent le conduit d'échappement de l'air dans l'atmosphère, suivant un angle convenable. Le meil-

(1) Ventilation des mines, Mons, 1875, p. 324.
(2) Wiener Bauhütte, 1872.
(3) Utilisation de la force vive de l'eau, pl. I.

leur angle à donner à cet évasement paraît être de 7°, d'après les expériences de Péclet et de F. de Romilly.

Nous adopterons donc cet angle de 7° au sommet du cône divergent, que nous prolongerons en proportion de la détente désirée; nous obtiendrons ainsi le précieux avantage d'utiliser au profit de l'aspiration la plus grande partie de la force vive de l'air, qui agira par une sorte d'effet de succion dans toute la longueur du cône de détente.

Nous croyons donc enfin que toutes les conditions principales imposées aux ventilateurs hélices peuvent être facilement satisfaites à l'aide du tracé que nous proposons; tracé d'ailleurs fort simple et qui se prête aisément, comme on l'a vu, à la mise en mouvement de l'air dans les deux sens, d'une façon complète et instantanée.

VENTILATEURS CENTRIFUGES.

Le ventilateur centrifuge paraît avoir été inventé en 1728 par le mécanicien français Téral.

En 1734, le docteur français Désaguliers, présenta à la Société royale de Londres, un ventilateur centrifuge de son invention, qu'il appliqua en 1736 à la ventilation aspirante et foulante de la Chambre des Communes.

On a prétendu qu'Agricola avait fait connaître le ventilateur centrifuge dès l'année 1557. Nous nous sommes assuré qu'il y avait erreur et que les appareils figurés dans l'ouvrage d'Agricola (1) n'avaient point d'ouverture au centre; leur enveloppe est bien cylindrique et ils contiennent une roue à palettes, mais l'ouverture d'entrée est située à la circonférence extérieure du cylindre et il en est de même pour l'ouverture de sortie, qui débouche dans une buse en bois, conduisant l'air dans la mine.

Ces appareils ont probablement donné naissance aux ventilateurs centrifuges; mais l'ouverture centrale qui constitue une des dispositions fondamentales du ventilateur centrifuge nous paraît due à Téral et à Désaguliers.

Le docteur Désaguliers décrit ainsi son appareil et son application à la ventilation d'une chambre de malade :

« La boëte renferme une roue de sept pieds de diamètre et d'un pied d'épaisseur : cette boëte est cylindrique; elle est divisée en 12 cavités par des séparations qui tendent de la circonférence au centre, mais qui sont éloignées du centre de la distance de neuf pouces, étant ouverte du *côté du centre* et du côté de la circonférence, et elles sont seulement fermées à la circonférence par la boëte. Là roue fait ses révolutions par le moyen d'une manivelle fixée à son axe. Cet axe tourne dans deux fourchettes de fer, ou dans deux demi-cylindres de fonte concaves.

De l'autre côté de la boëte vers le milieu, à la hauteur de l'axe, il sort un tuyau carré de bois, que j'ai nommé *tuyau d'aspiration*; on le fait toujours monter jusqu'au haut de la chambre du malade, soit que cette chambre soit éloignée, ou qu'elle soit proche de l'endroit où est la machine. Autour de l'axe dans un des plans circulaires de la machine, il y a une ouverture de dix-huit pouces de diamètre; c'est précisément vis-à-vis de cette ouverture que le tuya d'aspiration s'insère dans la boëte et qu'il communique de là avec toutes les cavités. Lorsqu'on vient à tourner avec vivacité la roue, l'air est pompé de la

(1) *De Re Metallica*, *Basil. 1557.*

chambre du malade et est porté au centre de la roue; d'où ensuite il est repoussé pour sortir promptement par l'ouverture de la circonférence.

A mesure que le mauvais air sort de la chambre du malade, il rentre par les petites fentes et les petits passages de l'air nouveau que lui fournissent les chambres voisines.

Mais outre cela quand on a épuisé le mauvais air, pour redonner de l'air nouveau, il ne s'agit que d'appliquer à l'ouverture de la circonférence les tuyaux qui vont à la chambre du malade, et de faire pomper par l'ouverture centrale où était le tuyau d'aspiration, l'air de la chambre où est la machine.

Cette machine serait très-utile dans tous les hôpitaux et dans les prisons, elle servirait parfaitement bien à porter dans les chambres les plus éloignées de l'air chaud ou de l'air froid, et suivant même le besoin, à répandre dans les appartements les parfums les plus sensibles. »

Désaguliers a donc bien compris tous les effets qu'on pouvait tirer du ventilateur centrifuge, qu'il a du reste appliqué avec succès à la ventilation de la Chambre des Communes, et plus tard à la ventilation des navires.

Ventilateur Combes. — Le ventilateur centrifuge ne subit aucun perfectionnement notable jusqu'à l'année 1838, époque où il fut l'objet d'une étude approfondie due à Combes, ingénieur en chef des mines ; cette étude le mit sur la voie d'un perfectionnement très-important en théorie, mais que la pratique n'a pas encore consacré définitivement.

Ce perfectionnement consistait à courber les ailettes afin de réduire la vitesse de l'air à sa sortie du ventilateur et devait conduire finalement, d'après son auteur, à une augmentation considérable de l'effet utile de cet appareil.

Combes ayant publié de nombreux mémoires sur ce sujet, nous donnerons l'extrait suivant d'un des plus élémentaires (1).

« Pour ventiler un espace fermé, il faut remplacer l'air qui le remplit par de l'air frais puisé dans l'atmosphère extérieure; or, le déplacement d'une masse quelconque, au milieu d'une atmosphère supposée en équilibre, n'exige théoriquement aucune dépense de force motrice, parce que ce déplacement ne modifie aucunement, ni la position du centre de gravité de la masse totale de l'atmosphère, ni l'état de compression de l'ensemble des couches qui la constituent. Il en est de ceci comme du transport horizontal des fardeaux, qui n'exige aucune autre dépense de force que celle absorbée par le frottement et autres résistances passives produites dans le mouvement de la machine dont on fait usage. Mais, si le déplacement de l'air n'exige aucune dépense théorique de force motrice, la projection de l'air dans l'espace avec une vitesse déterminée, comme dans les machines soufflantes, nécessite au contraire une dépense de travail moteur dont on trouvera l'expression en unités dynamiques, chacune d'un kilogramme élevé à un mètre de hauteur verticale, en multipliant la masse de l'air projeté par le carré de la vitesse qu'on lui imprime, et prenant la moitié de ce produit.

La masse de l'air s'obtient, d'ailleurs en divisant son poids exprimé en kilogrammes par l'intensité de la pesanteur, ou par le double de l'espace parcouru par un corps pesant tombant librement pendant la première seconde de sa chute.

Il suit de là qu'en construisant une machine destinée à renouveler l'air qui remplit un espace déterminé, il faudra faire en sorte que l'air puisé par l'appareil soit rejeté dans l'atmosphère extérieure avec une vitesse nulle, ou du moins avec la plus faible vitesse possible.

(1) *Magnanerie salubre*, par d'Arcet, 1838 p. 27.

Le tarare ordinaire ne satisfait point à cette condition ; car on le dispose le plus souvent de façon qu'il rejette au dehors, par un bout de tuyau, l'air qu'il puise dans la salle.

C'est alors une véritable machine soufflante, qui lance dans l'atmosphère, avec une vitesse d'autant plus considérable, qu'on a besoin d'une ventilation plus active, et que par conséquent on le fait tourner plus vite.

Il en résulte que le travail moteur nécessaire pour mettre ce tarare en mouvement croît comme le cube du volume d'air extrait, dans l'unité de temps, et cela, indépendamment du travail absorbé par les frottements, les variations brusques de vitesse de l'air, et autres causes de résistance tenant à la forme de l'appareil.

Or, il n'est pas plus difficile de faire un ventilateur à force centrifuge, ou tarare, qui rejette l'air dans l'atmosphère avec une vitesse nulle, ou du moins très-petite, que de construire des roues hydrauliques dont l'eau sorte avec une vitesse absolue très-petite, bien que ces roues puissent tourner avec une vitesse comparativement très-grande.

Il suffit, en effet, de laisser le tarare entièrement découvert sur tout son contour, et de donner aux ailes mobiles fixées à l'axe, la forme de surfaces cylindriques dont les génératrices soient parallèles à l'axe du tarare et dont la base soit un arc de cercle tangent à la circonférence décrite par l'extrémité de l'aile, dans son mouvement de rotation autour de l'axe.

Si l'on imprime aux ailes d'un semblable tarare un mouvement de rotation en sens inverse de la courbure des ailes, l'air aspiré par l'ouverture centrale, coulera sur les ailes courbes, et s'échappera, à leur extrémité, avec une vitesse relative dirigée en sens contraire de la vitesse de l'air.

La vitesse absolue de l'air sortant sera donc égale à la différence de la vitesse de l'air et de la vitesse relative de l'air à sa sortie. S'il arrivait que ces deux vitesses fussent égales, la vitesse absolue serait donc nulle ; en tous cas, elle serait moindre que celle de l'extrémité des ailes.

Or, on démontre que si un tube droit ouvert par ses deux extrémités, reçoit un mouvement de rotation autour d'un axe perpendiculaire fixe, et si, pendant que ce mouvement a lieu, les deux extrémités du tube demeurent dans des masses fluides soumises à la *même pression*, il s'établira dans le tube un courant fluide, entrant par l'extrémité la plus rapprochée de l'axe, et sortant par l'extrémité la plus éloignée ; que, de plus, si le fluide peut pénétrer dans le tube sans choquer ses parois et, sans éprouver une variation brusque de vitesse, la vitesse d'écoulement sera précisément égale à la vitesse imprimée à cet orifice, en vertu du mouvement de rotation autour de l'axe.

Il suit de là que si le tube est recourbé de façon à ce que son axe soit tangent à la circonférence décrite par l'orifice, et si la rotation a lieu en sens inverse de la courbure du tube, la vitesse absolue du fluide sortant sera nulle.

Il sera donc possible de déplacer l'air de la salle sans autre dépense de force motrice que celle qui est absorbée par les frottements de l'appareil, si l'on peut mettre en communication avec l'intérieur de la salle les orifices de plusieurs tubes recourbés tournant autour d'un axe fixe, dont les extrémités déboucheraient dans l'atmosphère extérieure, pourvu que l'on trouve le moyen de faire entrer l'air de la salle, dans les tubes mobiles, sans choc et sans variation brusque de vitesse. On voit aussi que la vitesse relative de l'air sortant des tubes, et par conséquent le volume d'air qui sera extrait de la salle dans l'unité de temps seront proportionnels à la vitesse angulaire imprimée aux ailes ».

La discussion précédente est certainement fort belle et parfaitement logique, mais dans l'application de cette théorie nouvelle Combes, rencontra des difficultés qu'il ne pût surmonter, et son ventilateur après avoir été essayé dans les

mines avec de grandes dimensions, n'y a point obtenu le succès qu'on en espérait. Son effet utile qu'on avait cru d'abord voir s'élever jusqu'à 38 % (Glépin), s'est trouvé en réalité ne pas dépasser 15 % (Trasenter). Il ne faut donc pas s'étonner de l'abandon complet de cet appareil, qui a été remplacé par des systèmes plus perfectionnés.

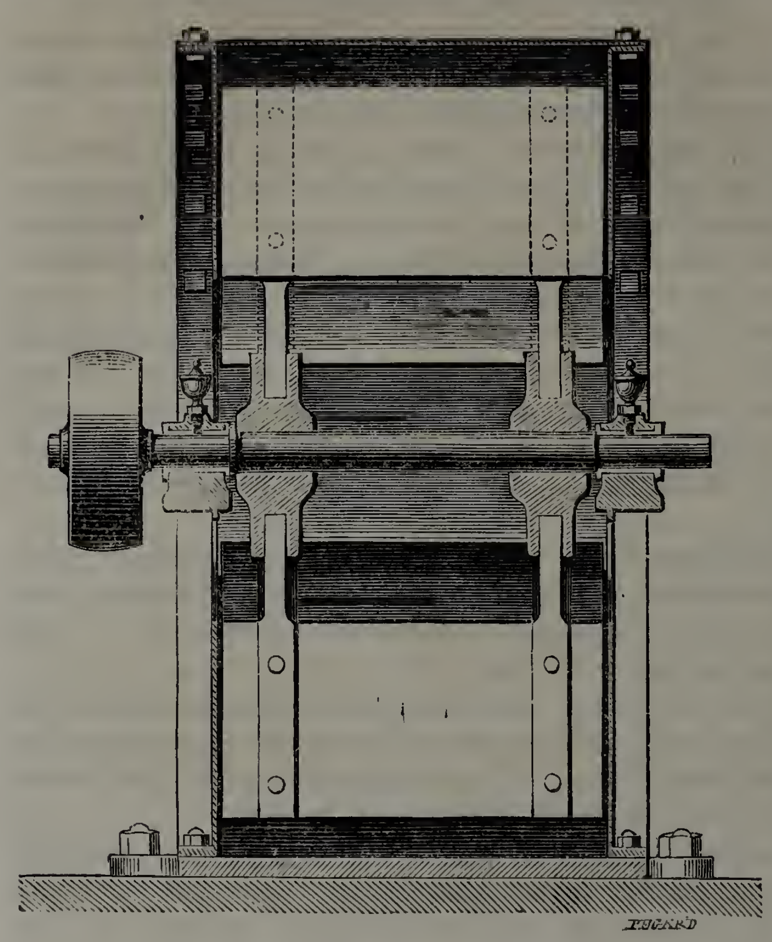


Fig. 32. — Ventilateur centrifuge.

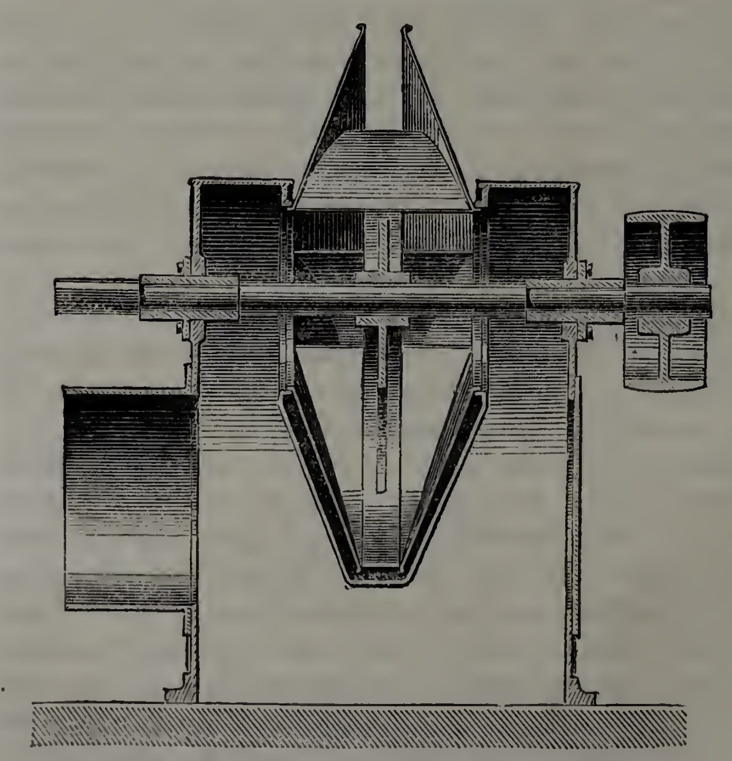


Fig. 33. — Ventilateur Lloyd, aspirant.

Expériences de Dollfus. — A la suite d'un concours sur les ventilateurs, ouvert par la société industrielle de Mulhouse, en 1841, un de ses membres, E. Dollfus, afin de s'éclairer sur la valeur des conclusions d'un mémoire présenté à ce concours, se livra à de longues et nombreuses expériences, qui sont décrites en détail dans un mémoire important publié par la société (1); voici les conclusions de ce patient et savant ingénieur:

1° Les bords des ailes doivent être aussi rapprochés que possible des joues;

2° La hauteur des ailes doit excéder de $^1/_{10}$ la moitié du rayon de l'orifice d'accès, (en pratique on peut donc prendre pour rayon de l'œil, la moitié du rayon extérieur des ailettes);

3° Le nombre des ailes doit augmenter avec le diamètre et l'excentricité de l'enveloppe. Ce nombre a varié, dans ces expériences, de 4 à 8, et c'est le nombre 6 qui a généralement donné les meilleurs résultats pour les enveloppes concentriques; et le nombre 8 pour les enveloppes excentriques.

Expériences du général Morin. — Le général Mo-

(1) *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse*, t. XVII, p. 1.

rin a publié (1) plusieurs séries d'expériences sur les ventilateurs centrifuges. Il a d'abord opéré avec un ventilateur à ailes planes et enveloppe cylindrique, fig. 32, dont le rendement moyen s'est trouvé être égal à 14 $^0/_0$ environ.

Ses études ont ensuite porté sur le ventilateur Lloyd à palettes courbes qu'il décrit ainsi : « L'un des plus grands inconvénients que l'on reproche aux ventilateurs ordinaires, c'est l'espèce de ronflement qu'ils font entendre au loin, et qui augmente d'intensité avec la vitesse qu'on leur imprime. Ce bruit très-incommode, est même un obstacle à leur emploi dans beaucoup de circonstances, et les constructeurs ont cherché à l'éviter par différents moyens.

Parmi les modèles présentés comme réalisant ce perfectionnement, l'on a remarqué à l'Exposition universelle de Londres, en 1851, le ventilateur Llyod dit *noiselfan*, qui, jusqu'à des vitesses de 800 à 1,000 tours par minute, résout assez bien le problème.

Ce modèle de ventilateur se compose d'un double tronc de cône en tôle, dont les deux grandes bases sont opposées l'une à l'autre, séparées ou non par un diaphragme, et dont les deux troncatures sont ou peuvent être ouvertes pour l'introduction de l'air.

Cette disposition générale est modifiée selon qu'il s'agit d'un ventilateur aspirant ou d'un ventilateur insufflant. Llyod aspirant, fig. 33.

Dans le premier cas l'appareil est disposé comme l'indique la fig. 33.

Les palettes, au nombre de six sont en tôle et en forme d'aubes trapézoïdales. Elles ne sont prolongées que jusqu'à l'ouverture centrale, et sont réunies par deux bagues concentriques à l'axe, parfaitement tournées à l'extérieur. Un manchon en fonte, claveté sur l'arbre, et placé au milieu de la longueur de l'axe du cône, porte six nervures qui relient et consolident les palettes.

Le double tronc de cône ainsi formé est engagé par ses bagues daus un bâti en fonte qui traverse l'axe, et qui présente deux anneaux garnis d'une rondelle de cuir, dans lesquels se logent les deux bagues qui assemblent les ailettes, de manière à former un joint à peu près hermétique, dans lequel tournent ces bagues, les faces extérieures de ce bâti portent des collets à garniture hermétique que traverse l'arbre. Ce bâti en fonte est évidé dans son milieu pour laisser circuler le ventilateur, de manière à permettre la sortie de l'air sur toute sa circonférence. Sur l'un ou sur chacun des côtés verticaux de cette caisse est une ouverture par laquelle se produit l'aspiration et qui peut recevoir un tuyau plus ou moins long. L'effet utile de ce ventilateur aspirant a donné en moyenne une valeur égale à 12 $^0/_0$.

Llyod soufflant, fig. 34. — Le ventilateur insufflant du même système, construit par Cail, a des formes assez différentes, quant à sa partie tronconique qui porte les ailes, et une disposition spéciale par suite du but à atteindre.

Les deux bases des cônes sont réunies par un diaphragme qui sépare complétement ces cônes, dont les troncatures sont ouvertes pour l'aspiration de l'air.

Ce ventilateur est renfermé dans une caisse en fonte, dans laquelle il est isolé excentriquement par deux joints annulaires hermétiques. L'air qu'il a aspiré par son centre est rejeté par la force centrifuge dans l'espace annulaire excentrique qui l'entoure, et s'échappe par une ouverture rectangulaire que présente l'enveloppe, et à laquelle un tuyau de refoulement peut être adapté.

L'effet utile de ce ventilateur insufflant s'est élevé jusqu'à 27 $^0/_0$, à la

(1) *Annales du conservatoire*, tome II.

vitesse de 985 tours par minute; ce rendement est donc deux fois plus élevé que celui du même système employé à l'aspiration.

Le ventilateur Lloyd est maintenant construit par un grand nombre de maisons parmi lesquelles nous citerons en France, Bouhey, de Paris; en Suisse, Sulzer frères de Winthertur, etc.

Ventilateurs Gwyne *de Londres*, pl. IV. — Les ventilateurs construits par

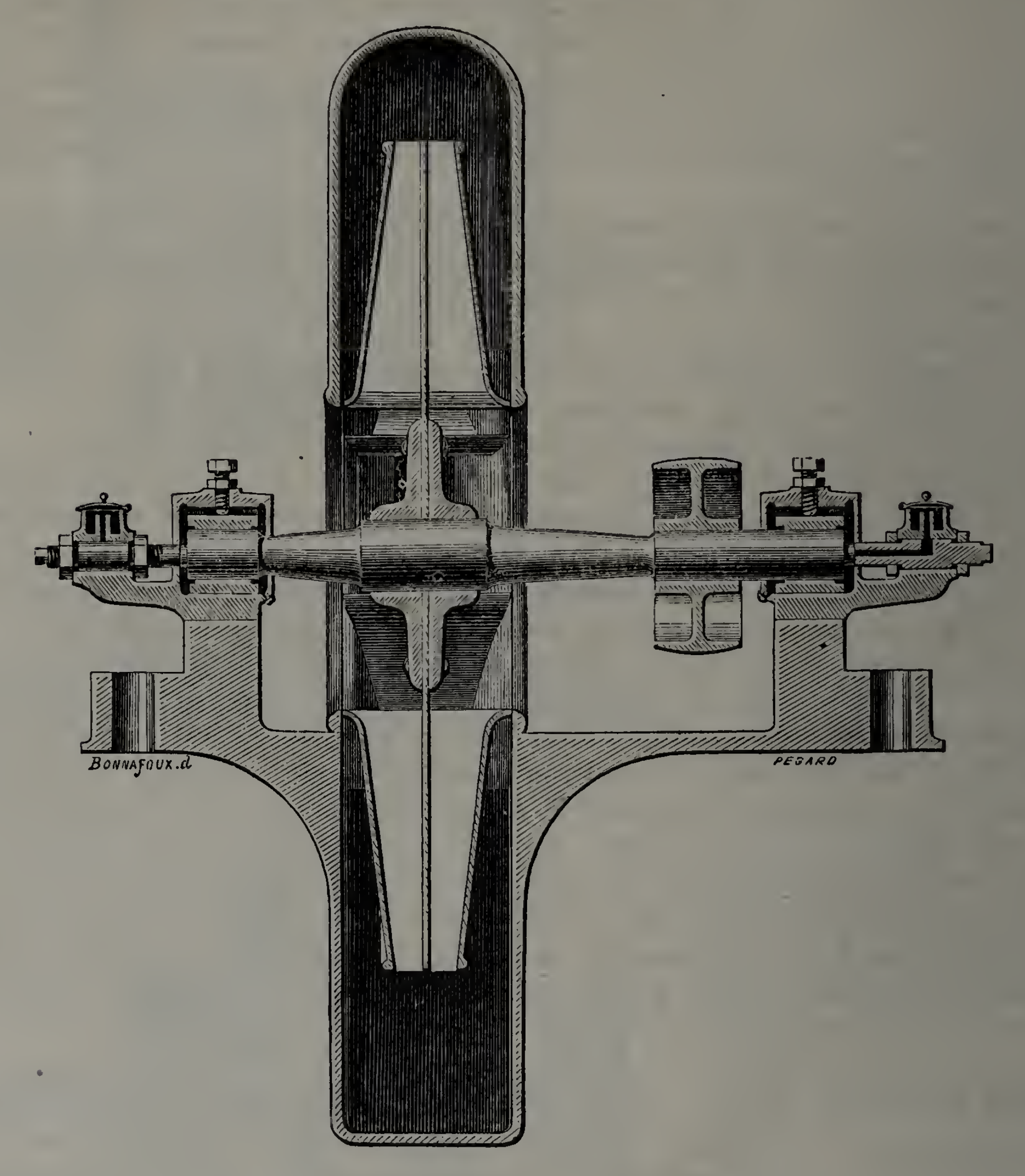


Fig. 34. — Ventilateur Lloyd, soufflant.

la maison Gwyne offrent beaucoup de rapports avec ceux de Lloyd; ils sont ordinairement actionnés directement par leur moteur.

Nous avons figuré pl. IV, un ventilateur aspirant de Gwyne, mis en mouvement par une petite roue turbine à eau, de Girard. Les gaz impurs sont amenés à chaque œil par un conduit spécial, et sont rejetés dans l'atmosphère par l'extrémité des palettes.

L'autre ventilateur, figuré pl. IV, est actionné directement par une petite machine à vapeur. Il peut être également employé à la pulsion ou à l'aspiration.

Ventilateur Golay, pl. IV. — L'ingénieur Golay, de Paris, construit des ventilateurs soufflants destinés spécialement aux forges et fonderies.

Ce ventilateur qui n'a pas de double cône intérieur mobile, nous paraît simple de construction et d'entretien, mais il n'est pas possible de l'utiliser pour l'aspiration, car il est impossible de boulonner un tuyau d'aspiration au centre. Ce défaut est du reste commun à la plupart des ventilateurs employés dans les forges, car pour cet usage l'aspiration est inutile.

Ventilateur Cyclops, pl. IV. *Rowson de Londres, exposé en 1878.* — Destiné aux forges, ce ventilateur peut cependant être utilisé à l'aspiration, car il est combiné pour pouvoir au besoin recevoir un tuyau d'aspiration. La boîte et les supports sont fondus d'une seule pièce.

Les palettes sont montées sur un arbre en acier mis en mouvement par une ingénieuse transmission à frottement qui permet de marcher à grande vitesse.

Ventilateur Guibal, *exposé en 1878.* — Le professeur Guibal, de Mons, a réalisé depuis quelques années un perfectionnement fondamental du ventilateur centrifuge aspirant. Recherchant les principales causes de pertes, il a constaté que la plus forte résidait dans la force vive possédée par l'air à sa sortie du ventilateur ; pour atténuer cette perte, il a d'abord rétréci, par une vanne tranchante, l'ouverture de sortie de l'air ; puis, au moyen d'un conduit rectangulaire progressivement évasé, il est parvenu à utiliser la détente de l'air refoulé, et finalement à le rejeter dans l'atmosphère avec une vitesse assez faible, c'est-à-dire avec une perte de force vive très-petite, et dans tous les cas, très-inférieure à celle des ventilateurs ordinaires.

Ce perfectionnement fondamental a obtenu un succès complet ; le ventilateur Guibal est aujourd'hui appliqué dans beaucoup de mines, où il donne des résultats pratiques entièrement satisfaisants.

Ventilateur Schiele. — L'ingénieur allemand, Schiele, de Francfort, construit des ventilateurs qui jouissent en France d'une vogue qui nous paraît peu méritée, car elle repose principalement sur le grand effet utile *annoncé* par cet industriel.

Dans la quatrième édition du *Traité de la chaleur* de Péclet (1), on a cru devoir insérer, *sans examen*, un prospectus Schiele indiquant toutes les qualités de ces ventilateurs. Nous y lisons par exemple, qu'un ventilateur donnant 24,000 M^3, par heure, ne demanderait que 4 chevaux de force, avec une buse de sortie de $0^m,54$ diamètre.

Si nous essayons de vérifier cette promesse, nous trouvons d'abord que ce ventilateur débitant $6^{m3},66$ par 1″, à la vitesse de 30^m environ, la puissance vive de l'air par 1″ $= HP = \frac{30^2.}{19.62} \times 6,66 \times 1,3 = 397^{km}$, soit 5 chev. 29

Ainsi on trouverait dans la force vive de l'air plus de force qu'on en aurait dépensé !

Les autres indications de ce prospectus allemand ont la même valeur, et nous sommes surpris de la faveur singulière dont jouit en France ce ventilateur étranger.

Ventilateur double de Perrigault, *exposé en* 1878. — L'ingénieur Perrigault, de Rennes, a combiné un ventilateur double pouvant amener la pression de l'air jusqu'à $0^m,75$ d'eau.

Ce ventilateur double se compose de deux ventilateurs simples, disposés de telle façon que le produit de l'insufflation du premier vient alimenter le second,

(1) Tome I, p. 373.

qui agit alors sur de l'air comprimé et qui augmente à son tour cette compression dans une proportion considérable.

Les tambours des deux ventilateurs sont des cylindres à section circulaire, excentrés par rapport à l'axe. Deux séries d'expériences faites par le professeur Tresca ont donné une moyenne de 44 $^0/_0$ pour l'effet utile de ce ventilateur double.

Depuis ces premières expériences, le constructeur a combiné un ventilateur triple qui fonctionne dans d'excellentes conditions à la manufacture d'armes de Saint-Étienne, où il est employé à la ventilation des meules de l'atelier d'aiguisage. La compression moyenne obtenue par ce ventilateur triple est d'environ $0^m,82$ d'eau.

Théorie du ventilateur centrifuge. — La théorie analytique du ventilateur centrifuge n'a point encore été abordée avec succès, malgré les efforts des mathématiciens. parmi lesquels nous citerons : Combes, Burdin, Rittinger, Boileau, Résal, Sonnet, de Lacolonge, Hamal, Harzé, Devillez, Harant, etc.

La pratique n'a pas consacré les formules obtenues par ces savants, et les constructeurs n'ont encore aujourd'hui aucune règle exacte pour l'établissement rationnel de ces importants appareils.

Ventilateur centrifuge Wazon, *à section constante et récupérateur de force vive, exposé en 1878*, pl. IV. — Avant d'exposer les principes *pratiques* qui nous ont servi de guide pour combiner nos ventilateurs, nous croyons nécessaire d'analyser en détail les principaux défauts des ventilateurs centrifuges :

D'abord l'ouverture centrale est ordinairement beaucoup trop grande, il en résulte des sorties d'air qui ont été bien observées par des savants ingénieurs, parmi lesquels nous citerons Boileau (1), qui a constaté expérimentalement que l'air ne s'introduisait que par une section égale aux $^2/_5$ du cercle d'entrée de l'œil, et, qu'au contraire, l'air sortait par une section égale au $^3/_5$ de ce même cercle.

Le même effet a été constaté sur les ventilateurs Guibal, par Devillez (2), qui le décrit ainsi : « Dans ce ventilateur, il se produit souvent dans l'œil, lorsqu'il a un trop grand diamètre, un double courant ; l'air y entre par le centre en plus grande quantité que le ventilateur n'en débite, une partie en sort par la circonférence » ; Ainsi ce défaut est bien constaté, même dans les ventilateurs les plus en vogue.

Le second défaut consiste dans la mauvaise direction donnée au premier élément des palettes, ce qui donne lieu à des chocs de l'air et à des pertes de force vive à l'entrée des augets.

Un troisième défaut est causé par les changements de section de ces mêmes augets, ce qui donne lieu à des tourbillons et à des pertes de charge.

Le quatrième défaut est causé par les mauvaises dispositions employées pour l'écoulement de l'air à sa sortie des augets ; cet écoulement n'ayant ordinairement lieu que tout près de la buse de sortie, et étant nul sur la plus grande partie de la circonférence décrite par l'extrémité des augets ; effet d'ailleurs constaté par Péclet (3) et de Lacolonge (4).

Le cinquième défaut consiste dans la trop petite section donnée à la buse de sortie, ce qui produit une contre pression et une cause de refoulement par l'œil d'aspiration.

(1) *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, article Ventilateur.
(2) *Ventilation des Mines*, page 203.
(3) Péclet, t. I, p. 369.
(4) De Lacolonge, *Annales du Conservatoire*, t. VIII, p. 93.

Enfin, le sixième défaut consiste dans la force vive inutilement possédée et perdue par l'air à sa sortie de la buse. Mais il est bien entendu que cette remarque n'est faite qu'au sujet des ventilateurs aspirants, car il faut de toute nécessité que l'air d'un ventilateur soufflant possède une grande vitesse de sortie.

Pour faire disparaître tous ces défauts, il faut donc :

1° Donner à l'œil central d'aspiration une section convenable ; nous la prendrons tout simplement égale à la section constante du ventilateur. La surface de l'œil étant égale à l'orifice de sortie de la buse, il ne pourra s'y produire de courants en retour.

2° Pour éviter le choc de l'air par le premier élément des palettes, il faudra évidemment incliner cet élément suivant la résultante des vitesses de l'air et de la palette *au point d'attaque.*

3° Les pertes de charges causées par les changements de section seront complétement évitées par l'emploi d'augets de section constante.

4° Pour assurer l'écoulement régulier de l'air dans tout le pourtour du ventilateur, il faudra ménager tout autour de ce pourtour un canal de réception pour loger l'air qui y pénétrera par une ouverture circulaire, régnant sur toute la circonférence et ayant même largeur sur tout son développement ; pour éviter les pertes de charge à la sortie de cette ouverture, il faudra que le canal de réception de l'air ait une section progressivement croissante et toujours égale à la hauteur de la fente multipliée par la distance développée d'une section quelconque à l'origine de cette même fente.

Pour réduire le frottement de l'air dans le canal de réception, il faudra lui donner une surface frottante minima, qui sera obtenue par l'emploi d'une section circulaire.

5° En donnant à la buse de sortie une section égale à celle de l'œil central d'aspiration, on évitera la contre pression et le refoulement de l'air par cet œil central.

6° On évitera la perte de force vive perdue par l'air sortant des ventilateurs aspirants, en faisant détendre cet air dans un ajutage cônique divergent, convenablement évasé et suffisamment prolongé.

Nous croyons enfin que le ventilateur à section constante parviendra, dans tous les cas, à satisfaire les meilleures conditions *pratiques* imposées aux ventilateurs soufflants, et qu'il suffira d'y adapter un ajutage cônique divergent, pour lui donner toutes les qualités requises pour constituer un bon ventilateur aspirant.

Nous allons maintenant donner les principales proportions de nos ventilateurs à un œil :

La section de l'orifice central ou œil, étant donnée, soit directement soit en considérant le volume d'air qui doit y passer avec une vitesse donnée, nous en obtiendrons facilement, le rayon r. Le rayon R extérieur des palettes ou augets sera pris égal à $R = 2r$, proportion simple qui s'accorde avec les rendements maxima des expériences de Dollfus.

La section devant être constante, nous aurons pour largeur L à la circonférence de l'œil $L = \frac{1}{2} r$. La largeur l à la circonférence extérieure, qui sera aussi la largeur de l'ouverture annulaire d'écoulement, sera $l = \frac{1}{4} r$ puisque cette circonférence est double de celle de l'œil.

2e cas. Ventilateur à deux œils :

On aura évidemment en doublant les largeurs ci-dessus. Largeur à la circonférence interne $L = r$.

Largeur à la circonférence externe $= l = \frac{1}{2} r$.

Nous n'avons pas eu égard, dans ces recherches, aux contractions et compres-

sions de l'air qui seront peu sensibles, si l'appareil est bien tracé et si la vitesse de l'air est modérée.

Le volume d'air débité sera donc, en pratique, égal à la section constante multipliée par la vitesse constante de l'air. On sait d'ailleurs, par expérience, que la vitesse absolue de l'air fourni par les ventilateurs à section constante est égale à celle de l'extrémité extérieure de leurs palettes.

Nous avons dit que pour éviter le choc de l'air par le premier élément des palettes, il fallait incliner cet élément suivant la résultante des vitesses de l'air et des palettes. Cette vitesse des palettes est évidemment donnée par le nombre de tours multiplié par la circonférence décrite, elle est proportionnelle au rayon r. Nous pouvons donc prendre $v = r$.

D'un autre côté, il est parfaitement établi que l'air prend à la sortie du ventilateur à section constante une vitesse égale à celle de l'extrémité extérieure des palettes. La section de notre ventilateur étant constante, il en résultera forcément qu'une fois le *régime établi*, il passera dans le même temps, par toutes les sections, des volumes d'air égaux, d'où il résultera nécessairement des vitesses égales dans *toutes les sections*. Nous pouvons donc représenter la vitesse de l'air par la vitesse de l'extrémité extérieure des palettes, et représenter cette vitesse par $V = R$.

Les deux vitesses v et V, du premier élément de la palette et de l'air à l'entrée, étant connues, il devient facile de tracer le parallélogramme de ces vitesses, dont la diagonale donnera l'inclinaison cherchée pour le premier élément de la palette, afin qu'elle *attaque* l'air sans choc et sans perte de force vive.

Il s'agit maintenant de déterminer la forme de la palette.

Nous ferons d'abord remarquer que pour obtenir le maximum de vitesse de sortie de l'air, il faudra donner au dernier élément extérieur de la palette une inclinaison de 90° sur la circonférence extérieure, car alors la force centrifuge donnera évidemment son maximum d'effet pour une vitesse donnée des palettes. Or, il est très-important de réduire le nombre de tours de ces appareils, afin d'éviter l'échauffement des coussinets et les vibrations sonores qu'ils produisent parfois à une grande vitesse.

Il est également utile d'avoir des palettes courtes pour réduire le frottement de l'air. D'un autre côté, pour obtenir une section d'écoulement maxima et régulier dans tout le pourtour extérieur, il faut donner en ce point aux palettes une direction perpendiculaire à la circonférence extérieure.

Par toutes ces raisons pratiques nous sommes donc conduit à incliner le dernier élément des palettes suivant un angle de 90° avec la circonférence extérieure. Nous joindrons ce point extrême au point d'attaque, en traçant un arc de cercle tangent au rayon extrême et également tangent à la diagonale du parallélogramme des vitesses de l'air et du point d'attaque.

Nous obtiendrons ainsi une palette courte et concave, évitant le choc de l'air à son entrée, donnant peu de frottement, procurant à l'air une vitesse de sortie maxima, et assurant aussi son facile écoulement dans le canal de réception.

Quant au nombre de ces palettes, nous savons qu'il doit augmenter avec les dimensions des ventilateurs et qu'il est nécessaire de ne point le prendre inférieur à huit, nombre dont Dollfus (1) a obtenu de bons résultats pratiques pour les appareils excentrés.

Il nous reste à chercher le meilleur angle à donner au sommet du cône divergent destiné à la détente de l'air des ventilateurs aspirants. Péclet a fait sur les cônes divergents un grand nombre d'expériences très-précises (2), dont il a

(1) *Société industrielle de Mulhouse*, tome XVII.
(2) *Traité de la chaleur* 3e édition, tome I, p. 381.

conclu que le maximum d'effet était donné par un cône de 7° au sommet.

Le même angle a été indiqué comme le meilleur, par Félix de Romilly, dans son *Étude sur l'entraînement de l'air* (1), et enfin, un angle presque identique a été observé par Venturi, dans ses expériences sur l'écoulement de l'eau (2).

Nous adopterons donc l'angle de 7° au sommet du cône pour la divergence nécessaire à la détente de l'air. La longueur de ce cône devra varier avec le degré de détente qu'on voudra obtenir.

Les figures de la planche IV, indiquent les coupes horizontales et verticales d'un ventilateur Wazon à deux œils. La perspective indique la disposition de l'arrivée d'air en cas d'aspiration, ainsi que le détail des supports, poulie, et arbre de rotation.

Nous avons exposé en 1878, un autre type à un seul œil, tracé suivant les mêmes principes, mais plus simple de construction.

Nous pensons qu'il serait généralement préférable d'employer des ventilateurs à deux œils, pour la mise en mouvement de grands volumes d'air à moyenne pression ; car pour un même diamètre de palettes et un même volume d'air, ils demandent quatre fois moins de force motrice que les ventilateurs à un œil, dont il faut dans ce cas doubler la vitesse, ce qui augmente la résistance dans le rapport du cube $= 2 \times 2 \times 2 = 8$. Pour les petits volumes d'air à haute pression il faudra au contraire préférer le ventilateur à un œil, puisque pour donner un même volume que celui à deux œils de même diamètre, il faut qu'il tourne deux fois plus vite, ce qui double la vitesse de l'air et augmente la charge et la pression de cet air.

Pour les très-grands volumes d'air à faible pression, il y aurait lieu d'avoir recours aux ventilateurs hélices qui ont l'avantage de tourner lentement, de ne point changer la direction du conduit d'air et de permettre au besoin de changer le sens de la ventilation : telles sont nos conclusions générales sur les ventilateurs mécaniques.

Appareil ventilateur et rafraîchisseur d'air, Garlandat et Nézereaux, fig. 35.—Bien que l'étude des procédés de rafraîchissement soit traitée à fond dans un article spécial, nous croyons cependant utile de décrire ici l'appareil rafraîchisseur d'air des ingénieurs Garlandat et Nézereaux, (*Cuau et Cie ingénieurs-constructeurs, à Paris*). Cet appareil que nous avons vu fonctionner dans l'usine de chocolat de M. Menier à Noisiel (3), y fournit actuellement 100,000^{m3} d'air par heure, à la température désirée, qui est celle de l'eau employée, et il atteint parfaitement le but que s'était proposé l'intelligent propriétaire de cette usine modèle, qui consistait à rafraîchir et à ventiler les immenses caves qui servent de rafraîchissoirs aux tablettes de chocolat. Ce qui caractérise le rafraîchisseur Nézereaux-Garlandat, c'est qu'au lieu de faire la division de l'eau en la projetant en pluie, on la rassemble en divisant l'air, moyen excellent d'avoir un contact immédiat et complet entre l'eau et l'air.

Ce résultat est obtenu, avec une grande simplicité par l'emploi d'une plaque horizontale, perforée de 60,000 à 120,000 trous par ^{m2}. Cette plaque, partie essentielle du système, est un crible à la surface duquel circule l'eau réfrigérente en couche mince et uniforme, et au travers duquel l'air est insufflé par un ventilateur, ce qui fait passer l'air par jets continus au travers de la nappe d'eau.

Par ce moyen, aucune partie de l'air n'échappe an contact de l'eau, aucune

(1) Pernolet. *L'Air comprimé*, p, 381.
(2) Tom-Richard, *Aide-mémoire des ingénieurs*. Article écoulement.
(3) Visite du Congrès international d'hygiène, 8 août 1878.

goutte d'eau ne peut s'écouler sans rencontrer de nombreux et minces filets d'air qui la pulvérisent. Dans ce barbottage général, l'air abandonne sa chaleur à l'eau, il sort refroidi à la température de cette eau, et, de plus, lavé et débarrassé des poussières minérales et germes organiques qu'il tenait en suspension; il est donc parfaitement assaini et purgé de tout germe de fermentation (1).

De plus il contient certainement après cette opération mécanique une petite quantité d'ozone, gaz éminemment salubre dans cette faible proportion. Nous croyons donc pouvoir recommander l'emploi de cet ingénieux appareil partout où l'on dispose d'une eau abondante et fraîche.

A l'appui de notre opinion nous citerons les lignes suivantes dues à la plume

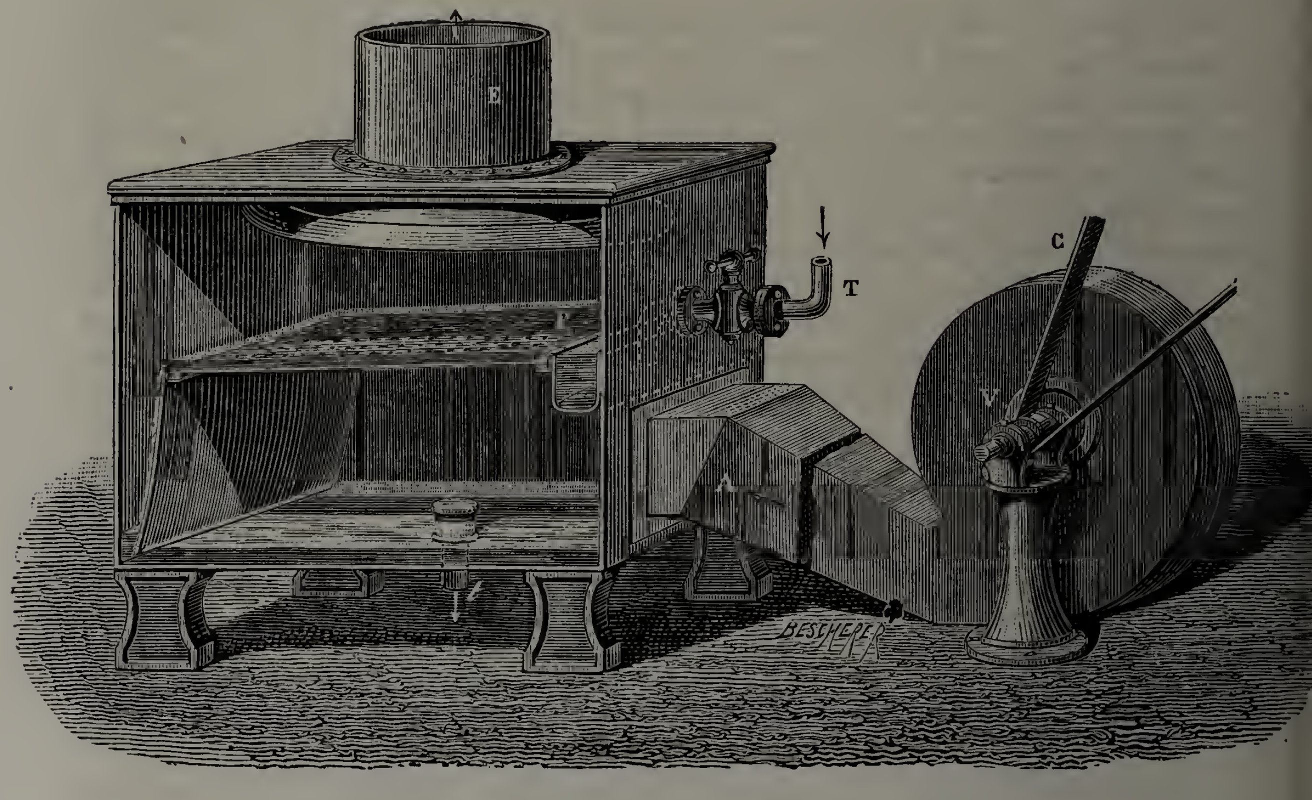


Fig. 35. — Rafraîchisseur d'air Garlandat-Nézereaux.

si compétente du docteur Bherterand, savant hygiéniste, et président de Jury à l'exposition internationale de 1875 :

« A vrai dire, les savantes études, suscitées par le problème de la ventilation, se sont presque exclusivement limitées jusqu'ici au mécanisme du renouvellement quantitatif, abstraction faite des autres exigences, des applications précieuses, que la salubrité générale, l'industrie et la thérapeutique doivent retirer d'une considération plus large de la matière ; mais, il est heureux de constater d'ors et déjà, les résultats obtenus et les conséquences qu'ils permettent d'entrevoir.

Un de ces progrès nous semble avoir été conçu dans le triple but de la ventilation rafraîchissante, humide et purifiée, par l'appareil de M. Garlandat que MM. Cuau aîné et Cie, ingénieurs-constructeurs, ont exposé et qu'on a pu voir fonctionner journellement, au rez-de-chaussée de l'exhibition internationale de 1875, non loin du moteur anglais, sous la galerie des machines.

Cet appareil fort simple et dont l'intelligence sera facilitée par la fig. 35 se compose d'une caisse rectangulaire, divisée horizontalement en deux

(1) Tyndall, *Revue scientifique*, 1878. La génération spontanée p. 1198.

compartiments, par une plaque métallique un peu inclinée et percée d'une infinité de petits trous.

A la partie supérieure de la plaque, P, et longeant son bord le plus relevé est ménagée une rigole, recevant par le tuyau T, un courant d'eau fraîche qui se répand, en couche uniforme, sur toute la surface de la plaque, descend sur son bord incliné, où elle tombe dans une rigole d'écoulement qui aboutit elle-même dans un tuyau de sortie *t*.

L'air, appelé de l'extérieur et envoyé dans le compartiment inférieur de la caisse par un ventilateur V, que fait mouvoir la courroie de transmission C, tend à passer à travers la plaque et à soulever la couche d'eau qui la surmonte, si bien qu'il fait échec à la tendance du liquide à passer par les trous. Divisé lui-même par ces orifices, il arrive au contact de l'eau, en filets très-déliés qui, traversant par un fractionnement considérable la nappe aqueuse superposée, lui abandonnent leur chaleur; il se trouve ainsi rafraichi et lavé, ramené, en définitive, à une température égale, ou à peu près, à celle du liquide traversé, incessamment renouvelé. Le ventilateur continuant de fonctionner et de faire passer de nouvelles quantités d'air, du compartiment inférieur dans le supérieur, celui-ci se dégorge, par un conduit de sortie E, auquel on peut adapter, selon les besoins et les directions désirés, des manchons ou des tuyaux distributeurs appropriés.

L'appareil, mis en action, par l'une des plus chaudes journées du mois d'août, a permis de constater ce résultat remarquable. L'air ambiant, aspiré par le ventilateur était à 30 degrés centigrades, l'eau ventilée, extraite d'un puits reusé au niveau de la *Seine*, était à 13 degrès, l'air travaillé passé dans l'appareil, en sortait ramené instantanément à 14 degrès $^1/_2$. Le résultat était donc un abaissement subit de température de 15 degrés $^1/_2$.

Dans un article *ex professo* qu'a publié la *Revue industrielle* du 8 septembre dernier, M. Ph. Delahaye a savamment exposé le mécanisme et la théorie de l'appareil, les conditions économiques de son emploi et ses principales applications.

Avant M. Delahaye, M. l'ingénieur A. Jouglet a publié un travail remarquable inséré, en avril 1873, dans le *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville. Ce mémoire est un résumé complet et une savante appréciation des principaux systèmes de ventilation connus et essayés jusqu'à ce jour. Les procédés de MM. E. Duvoir, Baumhauer, Armengaud jeune et Paul Giffard, général Morin, Régnault, Anderson, Derschau, Piarron de Mondésir, Carré et Tellier y sont décrits, mis en parallèle d'abord, puis comparés avec le système Garlandat en faveur duquel M. Jouglet conclut d'une manière bien motivée.

MM. Delahaye et Jouglet ont suffisamment mis en lumière l'avantage qu'offre à l'industrie et à l'économie domestique l'appareil Garlandat. Nous n'avons pas, sous ce rapport, à compléter leurs indications et nous nous bornerons à signaler quelques unes des applications indiquées, nous étant surtout proposé pour but, nous l'avons dit au commençant, d'examiner la question principalement au point de vue de l'hygiéne.

Pour certaines filatures, où un degré relatif d'humidité de l'air est nécessaire à la fabrication; dans d'autres cas encore: confection du chocolat, des produits chimiques, des bougies de stéarine, du sucre, de la gélatine, où l'on s'attache à combattre la chaleur; dans les cuisines et les cafés les appartements trop chauffés par le soleil de l'été, les espaces torrides où se meuvent les chauffeurs, tant dans les usines qu'au fond des navires à vapeur; dans la fabrication des dragées qu'on ne dessèche bien qu'au milieu d'un air frais et sec, des pâtes alimentaires, alors que l'élévation du thermomètre développe ces fermentations successives redoutées des usiniers; en été, quand la chaleur rend si difficile la

conservation de la viande, du poisson, des légumes et des fruits, après quelques heures seulement; dans les réserves de nos marchés, des boucheries et des hôtels, etc., etc. que de facilités, que de bénéfices à espérer, d'un moyen efficace d'atténuer l'excès de la température ambiante, de conjurer tant de pertes dommageables! Dans les pays chauds, dont la climature est propre à la vigne, la conservation du vin, difficile à obtenir en raison de la chaleur qui pénètre jusque dans les caves les mieux construites, mériterait une sérieuse expérimentation des appareils de MM. Cuau aîné et Cie. Les viticulteurs algériens nous sauront gré de leur avoir signalé ce moyen de sauvegarder peut-être leurs cuvées, si compromises jusqu'à ce jour.

Si nous abordons maintenant la série des applications hygiéniques proprement dites, sans répéter ce que nous avons dit des théâtres, des hôpitaux et des casernes, quelle énumération ne resterait-il pas à faires des écoles, ateliers, salles de concerts et de bals, lieux de réunion d'agglomération de toutes sortes, où après avoir pâti de longues heures entières des inconvénients d'un air confiné, raréfié, échauffé, méphitisé par la combustion des appareils d'éclairage et celle de la respiration de la foule, les assistants ont encore à craindre, en les quittant, les dangers de la transition du dedans au-dehors?

« En temps d'épidémies, ou, plus simplement, toutes les fois que l'on redou-
« tera des émanations putrides fait encore observer M. Philippe Delahaye, dans
« les amphithéâtres de dissection, salle de cholériques, varioleux, exanthéma-
« teux, typhoïdés, etc., rien n'est plus facile que d'imprégner l'eau ventilée d'un
« anti-septique tel que acide phénique, camphre, vinaigre, etc., etc. et d'atta-
« quer ainsi le germe morbifère à son origine. »

CHAUFFAGE ET VENTILATION

QUATRIÈME PARTIE

APPLICATIONS

SOMMAIRE.

Considérations générales. — Habitations privées. — Chambres à coucher. — Salles à manger. — Salons de réception. — Cuisines. — Water-Closets. Egouts. — Orifices de décharge. — Ventilation des égouts. — Appartements de location. — Maisons d'ouvriers. — Crèches. — Asiles. — Écoles primaires. — Écoles de dessin. — Lycées et collèges. — Amphithéâtres. — Bibliothèques publiques. — Bureaux. — Ateliers. — Usines. — Water-Closets des usines. — Casernes. — Postes. — Casemates. — Hôpitaux. — Hôpital de Guy. — Ambulances. — Maternités. — Système Tarnier. — Maternité de Saint-Pétersbourg. — Hospices. — Asiles de retraite et d'aliénés. — Prisons. — Églises. — Salles de bal, de concert, de grandes réunions. Cirques. — Théâtres. — Système du général Morin. — Théâtres lyrique. — Système d'Hamelincourt. — Opéra de Paris. — Système Sax. — Système du Dr Böhm. — Opéra de Vienne. — Système Davioud et Bourdais. — Palais du Trocadéro.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

En abordant l'importante question des applications du chauffage et de la ventilation, nous devons insister sur l'impossibilité d'appliquer les mêmes procédés et les mêmes appareils à tous les édifices d'une *même classe.*

Il faut de toute nécessité avoir égard à la disposition, à la destination spéciale et surtout aux habitudes particulières ou communes des habitants. Il faut encore faire une large part aux influences météréologiques de la localité considérée. Chaque application demande donc une étude spéciale, et il serait téméraire de prétendre résoudre toutes les nombreuses difficultés pratiques au moyen de quelques formules théoriques plus ou moins exactes.

Nous ne poserons donc ici que des principes généraux susceptibles de nombreuses exceptions et corrections, particulières à chaque application.

L'art du chauffage et de la ventilation étant surtout basé sur les principes des sciences naturelles, il faut bien se persuader qu'il en doit nécessairement suivre la marche rapidement progressive.

Les principes généraux suivis aujourd'hui, peuvent donc être perfectionnés et peut-être complétement renversés dans quelques années.

Pour la ventilation notamment, qui pourrait dire aujourd'hui ce qu'elle deviendra lorsque la composition de l'air libre ou confiné aura été dévoilée par

les études microscopiques, et quand on aura élucidé la difficile et importante question des ferments et des miasmes?

Nous nous garderons donc bien, dans cette modeste étude, de considérer comme absolument résolus tous les graves problèmes qu'on rencontre à chaque pas dans la voie de ces applications.

Habitations privées. — Considérons d'abord le cas le plus simple, la maison isolée et occupée par une seule famille. Cette classe d'habitations comprend ordinairement un rez-de-chaussée sur caves occupé par la cuisine, la salle à manger et les pièces de réception.

Les étages supérieurs sont principalement réservés aux chambres à coucher. Ce type est généralement facile à chauffer et à ventiler, et on peut satisfaire à ces deux fonctions en employant d'abord dans chaque pièce une cheminée à feu découvert, pour assurer sa ventilation quand elle sera occupée, tout en y produisant un chauffage éminent agréable et hygiènique. Le chauffage général de l'habitation devra en outre être assuré à l'aide d'un calorifère chauffant toutes les pièces, et permettant de produire ce chauffage par l'entretien d'un seul foyer.

On obtiendra ainsi une grande simplicité de service. une plus grande sécurité contre l'incendie, et enfin, une économie considérable de combustible.

Si on se contentait, en effet, d'allumer du feu dans chaque cheminée pendant le jour, il en résulterait une grande dépense inutile de combustible pour les pièces non constamment occupées; car il faut bien se rappeler que la cheminée est surtout un appareil de chauffage ventilant. Or, pour les pièces inoccupées le jour, cette ventilation n'est pas toujours nécessaire; par exemple pour les chambres à coucher. Le chauffage de ces pièces pendant le jour est pourtant nécessaire si on tient à les trouver chaudes la nuit.

Il faut donc que ce chauffage puisse s'opérer sans produire une ventilation abondante donnant lieu à des pertes de chaleur par l'air extrait.

Le choix du système de calorifère à employer dépendra donc des conditions imposées au régime de la ventilation. Si elle doit être parfois nulle, il faudra employer des calorifères à surfaces de chauffe directe placées dans les pièces à chauffer.

Ces calorifères pourraient donc, dans ce cas, être à circulation d'eau chaude, à haute ou basse pression.

Si la ventilation doit être modérée mais constante, on devra employer des calorifères à air chaud, fournissant un volume d'air restreint et suffisamment chaud pour que malgré cette réduction de volume, il apporte cependant un nombre de calories suffisant pour faire face aux pertes de chaleur de chaque pièce.

Enfin si la ventilation doit être abondante ou pourra encore employer les calorifères à air chaud, mais en donnant de plus larges sections aux conduites d'air, afin de l'admettre à une température plus basse. Pour se garantir d'avance contre toute élévation anormale de la température de cet air chaud, on pourra employer comme surfaces de chauffe les calorifères à eau chaude à haute et basse pression, et les hydrocalorifères, placés dans la cave ou le sous-sol.

Après ces indications sur le chauffage général de l'habitation, nous allons donner quelques détails sur le chauffage particulier de chacune des pièces qui la composent.

Chambres à coucher. — Indépendamment du système général chauffant toute l'habitation, chaque pièce doit recevoir une bonne cheminée pouvant complétement assurer son chauffage et sa ventilation indépendants, en cas d'arrêt de l'appareil général.

L'emploi de la cheminée dans les chambres à coucher étant assez généralement admis, nous n'insisterons pas longuement sur leur utilité dans ce cas, et nous citerons seulement, à l'appui de ce conseil, les lignes suivantes dues au professeur Fonssagrives (1).

« La cheminée est par excellence *l'organe respiratoire* d'une chambre à coucher; et il conviendrait donc que toute pièce destinée à être habitée la nuit en fut munie, lors même qu'elle ne devrait pas servir au chauffage. Mais le chauffage des cheminées active singulièrement leur office purificateur en accélérant le mouvement de la colonne d'air contenue dans leur tuyau.

Lorsque sa vitesse atteint 2 mètres par seconde, l'air intérieur d'une chambre de dimensions moyennes, se renouvelle environ cinq fois par heure, c'est dire l'efficacité ventilatrice de la cheminée pendant l'hiver.

D'ailleurs, et l'hygiène ne saurait trop insister sur ce point, si la cheminée est *utile* pour maintenir l'hiver, une température agréable dans nos chambres, elle est *indispensable* pour en renouveler l'air intérieur. »

Salles à manger. — Les salles à manger devraient toutes êtres largement aérées, à cause des odeurs fortes qui s'y produisent au moment des repas, et qui finissent par saturer leurs parois de miasmes dégoûtants, dus à l'absence de ventilation.

Il faudrait donc absolument renoncer à employer pour le chauffage de ces pièces, les poêles dits de faïence qui y sont généralement appliqués. Ces poêles sont tout simplement composés d'une cloche en fonte , pl. II, qui rougissant sous l'action d'un feu ardent donne certainement lieu à une introduction de gaz oxyde de carbone dans la pièce, et par conséquent à une intoxication lente par ce redoutable gaz.

Ces poêles de fonte ne donnent d'ailleurs qu'une très-faible quantité d'air neuf, et ils l'introduisent desséché et surchauffé à une température de 200 degrés, ce qui produit une différence de température entre le plafond et le plancher s'élevant souvant à plus de 10 degrès, et plaçant ainsi la tête dans un courant d'air chaud sans réchauffer les pieds.

La ventilation des salles à manger n'est d'ordinaire prévue nulle part, car aucune bouche d'extration d'air vicié n'y est pratiquée; la porte et le cendrier du poêle, qui pourraient permettre une petite extraction d'air vicié, sont même ordinairement placés en dehors de la pièce.

Il résulte de l'ensemble de ces absurdes conditions habituelles de chauffage excessif et d'absence complète de ventilation, de sérieux inconvénients pendant les repas, et surtout ceux du soir qui comportent un éclairage échauffant et producteur de gaz irrespirables qui vient encore ajouter une nouvelle cause d'insalubrité.

Les vapeurs des mets et des vins viennent se mêler à toutes les émanations des lumières et aux produits de la respiration des convives, en formant ainsi rapidement une masse de gaz viciés et irrespirables, qui infectent non-seulement la salle, mais pénètrent souvent dans les salons voisins où ils sont appelés par le tirage des cheminées de ces pièces.

Il est donc nécessaire de renoncer à employer des dispositions aussi insalubres, qui ne sont d'ailleurs pratiquées que par esprit d'imitation et de routine.

La cheminée doit donc être appliquée dans les salles à manger, où elle est appelée à faire disparaître entièrement tous les inconvénients que nous venons

(1) La maison, Étude d'hygiène, 1871, p. 201 et 298.

de signaler. Chauffant avec modération, fournissant un grand volume d'air pur non surchauffé, et enlevant directement et sûrement tout l'air vicié, elle rendra là autant, si non plus, de services que dans les autres pièces de l'habitation.

Le professeur Fonssagrives conclut ainsi (1) à ce sujet:

« L'habitude des calorifères dans les salons à manger est regrettable, l'office purificateur de la cheminée trouvant là une occasion utile de s'exercer. »

Salons de réception. — Les salons de réception devraient être tous pourvus d'appareils de ventilation fort énergiques, introduisant sans courants gênants un grand volume d'air, et enlevant régulièrement l'air chaud et vicié qui se porte au plafond.

Il est cependant loin d'en être ainsi, et la plupart des salons n'ont aucun moyen de ventilation.

Le docteur Figuier donne à ce sujet les détails suivants (2):

« En général, les salles de bal ne sont pas ventilées. C'est pour cela que les invités ne tardent pas à être pris de véritables souffrances, auxquelles on porte remède par le moyen, dangereux et grossier, qui consiste à ouvrir les fenêtres quand la chaleur est devenue suffocante et l'air décidément irrespirable.

Non-seulement les salles de bal ne sont pas ventilées, mais le maître de la maison a grand soin, pour donner plus d'élégance à l'aspect du salon, de fermer le devant de la cheminée, avec des fleurs ou toute autre chose.

Le tuyau de la cheminée pourrait offrir une issue tutélaire à l'air vicié par la respiration de centaines de personnes et par des centaines de bougies; mais la fâcheuse habitude qui consiste à boucher le devant de la cheminée, ôte cette dernière planche de salut, et transforme le salon en une prison parfaitement close.

Nous sommes toujours surpris quand nous voyons cette vicieuse coutume mise en pratique dans les bals et les soirées donnés chez des hommes, pourtant fort instruits, des physiciens, des ingénieurs, des chimistes.

Cela prouve combien les principes et l'utilité de la ventilation sont encore mal compris et peu répandus

En raison de la poussière soulevée par les mouvements précipités des danseurs, par suite de l'augmentation de l'activité respiratoire qui est la conséquence de ces mêmes mouvements, en raison du grand nombre de personnes réunies dans le même lieu, les salles de bal devraient être soumises à une ventilation active. Mais, nous le répétons, *partout* on se contente d'ouvrir une fenêtre quand les invités se plaignent du manque d'air ou de la chaleur, et tout aussitôt un courant d'air froid fait irruption dans la salle, frappant des têtes et des épaules nues, prenant à l'improviste des personnes en état de transpiration, les exposant ainsi à des maladies sérieuses. »

L'éminent architecte Viollet-Le-Duc, constate également ainsi cette absence complète de ventilation dans les salons (3):

« Quant à la ventilation des salles de réunions, on ne s'en préoccupe pas; aussi n'est-il pas une salle à Paris ou l'on n'étouffe bientôt, un jour de réception, au milieu d'une atmosphère viciée par l'air chaud sortant des calorifères, par les lumières, l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique.

La ventilation des salons de réception, dans nos hôtels, est donc une des graves questions à résoudre. »

Les inconvénients anti-hygiéniques de ce manque complet de ventilation des

(1) La Maison p. 128.

(2) Merveilles de la Science, tome IV, p. 476.

(3) Entretiens sur l'Architecture, tome II, p. 296.

salons, sont d'ailleurs parfaitement exposés dans les lignes suivantes dues au professeur Daremberg (1), l'érudit et savant auteur de l'*Histoire des sciences médicales*:

« Quand on songe aux terribles et inévitables effets que produit immédiatement ou à la longue une atmosphère viciée par les êtres vivants; quand on a assisté à ces expériences où les animaux s'affaissent et périssent empoisonnés par leur propre respiration, on serait tenté de crier à *l'assassin*, toutes les fois qu'on entre dans ces salles basses et étroites où cent poitrines à la fois exhalent la pestilence, dans ces salons d'où les flots pressés de visiteurs ne songent même pas à s'échapper, quand déjà les bougies pâlissent, faute de ce gaz oxygène qui en alimentait la flamme.

Pour peu qu'on lise avec attention les cinquante pages que Péclet a consacrées au chauffage et à la ventilation des appartements, on reconnaît bien vite, que sous ce rapport nos architectes n'ont pas fait de grands progrès depuis les heureuses, mais insuffisantes réformes de Rumford.

Péclet voit le mal, il le signale avec énergie, mais il n'a pas le remède sous la main; il est persuadé que le procédé élémentaire qui consiste à ouvrir les fenêtres, c'est-à-dire à faire une prise d'air directe à l'extérieur, entraîne, en un grand nombre de cas, de graves inconvénients, et qu'il est même quelquefois impossible; mais il ne trouve guère pour y remédier, que des appareils imparfaits et non équilibrés, qui doivent servir en même temps au chauffage et à la ventilation.

Les cheminées qui donnent beaucoup de vent et peu de chaleur, et les poêles qui versent dans la chambre beaucoup de chaleur, mais en prenant peu d'air sans le renouveler.

Le jour où l'on aura pu persuader aux propriétaires et aux architectes, l'indispensable nécessité d'un renouvellement continu de l'air qui sert à la respiration, c'est-à-dire à l'entretien le plus direct de la vie, ce jour là l'hygiène aura fait une grande conquête, et la maladie aura perdu la moitié de ses droits. »

On comprend la haute importance de cette conclusion, émanée d'un des savants qui ont le plus étudié, pour tous les pays et pour toutes les époques de l'histoire, les causes de la formation et de la propagation des malades.

Les salons de réception où plusieurs causes d'échauffement et d'insalubrité se trouvent accumulées, présentent de réelles difficultés pour leur chauffage et leur ventilation. Il faut disposer d'appareils de chauffage assez puissants pour échauffer la salle sans la ventiler, avant l'arrivée des invités. Puis, lors de leur présence en nombre plus ou moins grand, il faut que ces appareils introduisent une masse d'air proportionnée en volume et en température à la somme des visiteurs présents. Il faut alors aussi extraire le volume variable d'air chaud et vicié qui se produit, et l'extraire là où il est le plus chaud et le plus vicié, c'est-à-dire au plafond.

Le nombre total des visiteurs subissant souvent des variations rapides dans les deux sens, il est donc indispensable de faire varier rapidement le volume et la température de l'air introduit.

Nous avons déjà vu (principes de ventilation) que l'air vicié se portait toujours au plafond; il en est de même pour l'air chaud et les gaz produits par l'éclairage. Il devient on le voit indispensable, dans ce cas, d'opérer l'extraction de l'air chaud et vicié par la partie supérieure de la pièce; car si on voulait l'extraire par en bas, on rabattrait ainsi l'air vicié et la chaleur dans la zône de la res-

(1) Des soins à donner aux malades, par Miss Nightingale, préface de l'édition française.

piration, et on empoisonnerait les assistants tout en les échauffant au maximum.

Pour satisfaire à toutes ces conditions, d'une façon simple et pratique, nous croyons qu'il suffira d'avoir recours à notre système de cheminée à prise d'air vicié au plafond (décrit à l'article cheminées).

Ce type permet facilement, en effet, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, d'échauffer sans ventilation, la pièce avant l'arrivée des invités; pendant leur présence il peut fournir une masse d'air nouveau à la température désirée, fraîche ou chaude en passant par tous les degrés intermédiaires, et cela d'une façon instantanée, puisqu'il suffit d'un simple tour de clef de la soupape du tuyau de chauffe pour l'ouvrir à la chaleur du feu, ou le fermer en le tenant froid. Le registre d'air nouveau pouvant être plus ou moins ouvert, permet de régler aussi, instantanément, le volume d'air pur introduit.

On est donc complétement maître de régler *en quelques secondes*, la température et le volume de l'air nouveau introduit, et cela sans dérangement et sans sortir de la pièce.

Le registre de prise d'air vicié au plafond étant également à portée de la main, permet de régler en un instant, le volume d'air vicié sortant à volonté par en bas, avant la grande affluence des invités, pour échauffer la pièce, et par en haut pour la rafraîchir; il suffit pour cela d'abaisser le rideau ordinaire de la cheminée, qui vient alors masquer complétement le feu en l'empêchant de rayonner dans le salon, et d'ouvrir le registre d'air vicié de la prise au plafond.

On est donc toujours à même, avec cette cheminée de régler instantanément le volume et la température de l'air pur entrant, et le volume et le sens d'extraction, par en haut ou par en bas, de l'air vicié; le tout sans aucun déplacement et sans s'écarter même de la cheminée où toutes les clefs de réglement sont à la portée de la main.

Rien ne s'opposerait d'ailleurs, pour la ventilation des grands salons, à l'emploi de plusieurs cheminées placées, soit dans la même pièce, soit en des pièces à communication libre et permanente; car les cheminées à prise d'air extérieure indépendante n'ont point d'action nuisible les unes sur les autres.

Cuisines. (1) — La ventilation des cuisines est souvent imparfaite, il est cependant fort important qu'elle soit énergique et régulière, afin d'enlever complétement toutes les vapeurs fortes qui s'y développent et se répandent dans les pièces voisines.

Quand on dispose d'un fourneau chauffé assez fortement, il est toujours facile d'utiliser une partie de cette chaleur pour échauffer une cheminée d'extraction de l'air vicié. Il faut alors faire passer la fumée dans un conduit métallique spécial, placé dans un coffrage en maçonnerie qui donnera issue à l'air vicié s'échauffant au contact des parois du tuyau à fumée.

Une hotte couvrant tout le fourneau complète cette disposition en ne permettant pas aux vapeurs de se répandre dans la cuisine.

Quand on ne dispose que d'un fourneau potager chauffé au charbon de bois, et que la combustion n'y est point forte, il arrive alors parfois que la chaleur n'est plus suffisante pour donner au courant d'air vicié une vitesse capable de vaincre la résistance du tuyau de la cheminée. Cet effet se produit particulièrement en été au moment des grandes chaleurs. L'explication en a été d'ailleurs déjà présentée à l'article : Ventilation naturelle, où nous avons cité la description judicieuse qu'en a donnée Franklin.

(1) Les fourneaux de cuisine sont traités spécialement dans l'article : Appareils d'économie domestique, par M. Bouvet.

Pour combattre ce fâcheux effet, il faudrait placer dans le tuyau de la cheminée à hotte de la cuisine un petit ventilateur à hélice mis en mouvement par la chute d'un poids qu'on remonterait pendant la préparation des mets.

Les anciens modèles de tourne-broches à poids pourraient servir de type au mécanisme à combiner pour cet usage. Cette disposition simple et pratique suffirait parfaitement pour assurer le tirage pendant les plus grandes chaleurs. Son installation ne coûterait pas plus cher qu'une couronne de becs de gaz placée dans la cheminée, et elle aurait sur ce dispositif, recommandé par certains ingénieurs, l'avantage précieux de ne causer aucune dépense journalière, ce qui n'a pas lieu avec le gaz, dont le prix est fort élevé et qui produit peu d'effet pour l'échauffement intermittent des cheminées d'appel, ainsi qu'on l'a vu du reste, pour la houille, quand nous avons parlé des cheminées d'appel (article Ventilation).

La sortie de l'air vicié étant ainsi assurée, il faut pourvoir à l'entrée de l'air pur, qui devra pénétrer l'hiver en serpentant autour du fourneau pour s'échauffer un peu.

Afin d'éviter la rentrée de l'air infect des tuyaux d'évier, il faudra recouvrir l'origine de ce tuyau d'une bonde syphoïde toujours couverte d'une hauteur d'eau suffisante pour faire équilibre à la pression des vents et à la dépression due au tirage de la cheminée.

Ces tuyaux de décharge circulent souvent, pour éviter les congélations, dans toute la hauteur de la cuisine ; ils doivent alors présenter des joints *complétement étanches* afin de s'opposer à la rentrée des gaz infects. Cette condition *indispensable* est trop souvent négligée, et on emploie presque toujours pour ces décharges des tuyaux en fonte à emboîtement simple, dont le joint reste largement ouvert à tous les gaz infects et dangereux qui se développent dans l'intérieur du tuyau. Nous insistons donc pour la suppression de cet insalubre installation qui devrait d'ailleurs être formellement interdite par les règlements d'hygiène des habitations,

Pour assurer la salubrité des cuisines, il ne suffit pas d'y produire une bonne ventilation, mais il faut encore leur procurer une eau *abondante*, afin d'y permettre le nettoyage *journalier* de toutes les surfaces susceptibles d'être imprégnées ou salies par les opérations culinaires, c'est à cette condition indispensable, qu'on obtiendra une cuisine saine et sans odeur.

Il est également nécessaire, pendant l'été, de laisser les vasistas largement ouverts à l'air frais de la nuit. Enfin, et surtout, il est indispensable d'assurer toutes ces mesures par un contrôle fréquent, car il ne faut presque jamais s'en rapporter sur ce point à l'initiative des gens de service.

Water-closets. — Les cabinets d'aisances, presque toujours mal disposés, sont la cause d'une infection non-seulement fort gênante, mais qui peut encore avoir des suites graves, car il est reconnu aujourd'hui qu'un certain nombre de maladies épidémiques se propagent surtout par les miasmes des excréments des malades (1).

Il est donc absolument nécessaire de supprimer tous ces miasmes et d'empêcher complétement tout retour des gaz infects dans les pièces habitées et dans le cabinet lui-même. Les moyens actuellement employés, à Paris, sont tout à fait insuffisants et par cela même fort dangereux.

Les matières sont introduites dans un tuyau de chute en fonte à joints *non étanches*, qui les dirige dans une fosse de capacité assez grande, pour éviter de

(1) Voir Guéneau de Mussy, *Théorie du germe contage*. Paris, 1877.

fréquentes vidanges. Cette fosse est, en outre, munie d'un tuyau spécial d'évent montant jusqu'au faîte de la maison où il est supposé déverser les gaz de la fosse et du tuyau de chute en vertu d'une aspiration de bas en haut, qu'on a le tort de croire spontanément possible par tous les temps.

Or, cette aspiration est non-seulement souvent nulle, mais, chose plus grave, elle est très-souvent renversée et changée en pulsion ; il arrive donc alors que l'air extérieur descend par le tuyau d'aérage, s'infecte en passant dans la fosse, (1) et remonte ainsi infecté par le tuyau de chute jusque dans les cabinets. Si ces cabinets sont en communication avec des pièces chauffées par une cheminée, ils y laissent passer tous les gaz infects qui viennent ainsi empoisonner les pièces contiguës. Cet effet dangereux peut même se produire malgré l'interposition de *plusieurs portes fermées*, car les fissures des portes sont largement suffisantes pour donner passage à ces introductions de gaz infects.

Le siége d'aisances est parfois garni d'une soupape, mais il est bien rare que cette soupape soit recouverte d'eau, elle n'est donc point étanche. Il en est de même du couvercle en bois qui présente toujours des passages à l'air infect.

Pour empêcher ces introductions de gaz infects, il faudrait donc employer une fermeture *toujours* complétement *infranchissable aux gaz*, et qui puisse être en même temps *toujours franchie* par les matières et les urines.

Il suffira évidemment, pour remplir cette fonction, d'employer une fermeture hydraulique, un syphon toujours plein d'eau permettra aux matières et aux urines de s'écouler et il empêchera tout passage des gaz de la fosse.

L'ingénieur anglais Jennings a donné une excellente solution de ce difficile problème d'hygiène, ses appareils hydrauliques et automatiques nous paraissent réunir toutes les conditions d'une clôture absolue et d'une propreté complète.

Nous en conseillons donc l'emploi avec la plus entière confiance, ainsi que celui des urinoirs dûs au même ingénieur, dont la disposition est parfaite.

Pour compléter cette disposition il faudrait aussi employer des tuyaux de chute complétement étanches et à joints hermétiques, remplaçant les tuyaux de chute ordinaires dont les joints simplement emboîtés laissent des fissures donnant passage aux gaz infects.

Le système Jennings demande, il est vrai, une certaine dépense d'eau, mais cet emploi abondant de l'eau ne peut présenter que des avantages à tous les points de vue.

On objecte aussi contre ces appareils que l'abondance de l'eau employée occasionne de fréquentes vidanges, mais il est facile d'établir, dans les fosses, des appareils séparateurs laissant couler à l'égoût la plus grande partie des liquides, ce qui fait tomber l'objection contre l'emploi abondant de l'eau.

Il faut d'ailleurs bien se persuader que le système barbare et insalubre des fosses d'aisances sera certainement interdit, dès qu'on pourra disposer d'un réseau complet d'égoûts, et d'une distribution d'eau suffisante.

Un temps viendra, et nous espérons qu'il viendra vite, où les matières diluées dans une grande quantité d'eau, seront immédiatement dirigées sur l'égoût avant qu'elles n'aient pu fermenter.

Ces eaux d'égoût ainsi chargées d'engrais seront alors utilisées pour les irrigations, après avoir été ainsi purifiées et oxydées par leur filtration dans un sol aéré, ces eaux redevenues pures pourront faire retour au fleuve sans l'infecter, et on obtiendra enfin une utilisation rationnelle des matières qui ne sont encore aujourd'hui qu'une source d'embarras et d'insalubrité.

A l'appui de notre opinion relative au sort réservé aux fosses fixes, nous

(1) Expériences de la commission des logements insalubres. Paris, 1869.

citerons les extraits suivants dûs au savant ingénieur de Freycinet (1) (aujourd'hui ministre des travaux publics) :

« La salubrité des cabinets d'aisances se ressent directement du système de réceptacles employé. Il faut se représenter en effet tout réceptacle de matières comme un foyer plus ou moins actif de dégagements, duquel les émanations tendent incessamment, quoi qu'on fasse, à gagner les appartements. La véritable condition de l'assainissement des cabinets, c'est donc la suppression même des réceptacles, ou l'envoi direct des déjections aux égoûts.....

Tous les systèmes de fosses qui ont pour objet de garder la totalité des matières, comme aussi ceux où l'on veut retenir des éléments plus ou moins susceptibles d'être entraînés par l'eau, sont évidemment un grand obstacle à la salubrité.

Aussi pour avoir des cabinets véritablement dignes du nom de water-closets, a-t-on installé à Paris et à Lyon ces diviseurs soit fixes, soit mobiles, qui laissent filtrer la totalité des liquides et graduellement, par voie de dissolution ou d'entraînement, la plus grande partie des solides, si bien qu'il ne reste pour ainsi dire plus dans le réceptacle que des corps inertes, souillés de matières. Mais alors on se demande à quoi sert d'introduire dans le mécanisme de l'expulsion une semblable complication, qui, sans préserver efficacement les galeries d'égoût de l'infection qu'on redoute pour elles, entretient néanmoins autour du tuyau de chute une source de mauvaises odeurs ; car si la quantité de matière retenue par le filtre est insignifiante par rapport à celle qui passe, elle suffit cependant pour engendrer des émanations considérables. »

Les appareils à fermeture hydraulique que nous venons de décrire, suffisent dans tous les cas à éloigner complément tout retour de gaz infect ; mais leur emploi ne dispense point d'écarter les water-closets du voisinage immédiat des pièces habitées. Il faudra donc toujours ménager autour d'eux un passage aéré directement sur le dehors, qui devra être ouvert à l'air libre toutes les fois que le temps le permettra.

A l'aide de ces dispositions, et d'une surveillance attentive, on parviendra à supprimer absolument toute cause d'infection et d'insalubrité, et on évitera ainsi sûrement les conséquences, souvent funestes, que peut entraîner l'inobservation de ces importantes règles d'hygiène (2).

Le chauffage des water-closets devra être très-modéré, mais il faudra cependant y pourvoir à l'aide du calorifère général, afin d'éviter les refroidissements trop brusques des personnes malades ou souffrantes, et de s'opposer à la congélation de l'eau des conduits et de l'appareil. On y ménagera donc une petite bouche de chaleur ou un circuit d'eau chaude, et on complétera cette disposition en installant une gaîne d'évacuation d'air, prenant naissance à la hauteur du siége et débouchant au-dessus des toits. Pour assurer le tirage de cette petite cheminée, il suffira d'y allûmer un très-petit bec de gaz servant en même temps à l'éclairage du cabinet.

Égoûts. Orifices de décharge. — Nous empruntons au savant travail de l'ingénieur de Freycinet (3), les considérations suivantes sur les moyens à employer pour empêcher toute exhalaison des égoûts de pénétrer dans les habitations, et sur les procédés les plus pratiques d'une bonne ventilation des égoûts :

(1) Principes de l'assainissement des villes, page 328.

(2) Comme exemple de ces graves dangers nous renvoyons aux Mémoires de d'Arcet, où il cite la mort de trois garçons de bureau, morts l'un après l'autre dans une pièce où passait un tuyau de chute.

(3) Principes de l'assainissement des villes, page 92.

« C'est naturellement dans l'intérieur des habitations que les exhalaisons offrent le plus de danger. Là, il est nécessaire d'y couper court absolument. Les choses doivent donc être disposées pour que toutes les communications existantes entre la maison et l'égoût restent hermétiquement closes, sauf pour livrer passage aux résidus. En conséquence, les tuyaux de décharge des eaux pluviales, de l'évier, de la cuisine, des cabinets d'aisances et autres semblables, sont parfois munis, à leur entrée dans l'égoût, de fermentures automobiles ouvrant de dehors en dedans sous la pression des liquides et ne s'ouvrant pas en sens opposé. Ce système assez usité autrefois, surtout en Angleterre, est de plus en plus abandonné : il est sujet à dérangements, aussi ne l'avons-nous mentionné que pour mémoire. Les fermetures hydrauliques de tous genres, ont définitivement prévalu. Leur principe est, comme on sait, d'avoir leurs joints toujours noyés dans le liquide, ce qui réalise une herméticité aussi simple que parfaite, à la condition, bien entendu, que le liquide ne manque jamais; or il est clair que pour les tuyaux servant aux usages domestiques, à la cuisine, aux water-closets ou aux cabinets de toilette, l'eau est constamment en abondance.

Quant au tuyau des eaux pluviales, le seul qui soit exposé à se trouver à sec, l'inconvénient est beaucoup moindre, puisque ce tuyau ne débouche pas dans les appartements mêmes; d'ailleurs on peut au besoin lui fournir de l'eau par la cour. La fermeture hydraulique pour les besoins privés, est donc un excellent moyen. Le type à syphon consiste, comme son nom l'indique, dans un syphon ordinaire, mais occupant une position renversée, de telle sorte que la courbure soit en bas, la plus longue branche allant vers la maison et la plus courte débouchant à l'égoût.

L'écoulement a lieu en vertu du poids du liquide qui afflue par la plus grande branche, et l'issue des gaz est interceptée par l'eau qui séjourne dans la courbure. Cette disposition est fort bonne pour les cabinets de toilette ; mais pour le water-closet et l'évier, on a le risque que les résidus s'accumulant à la partie inférieure, ne finissent par boucher entièrement le passage. Il est vrai qu'on peut d'ordinaire y remédier en versant brusquement de l'eau qui entraîne les obstacles; mais mieux vaut éviter l'emploi du remède en prévenant les obstructions elles-mêmes. A ce point de vue, on doit recommander la cuvette hydraulique adoptée à Paris, laquelle, par la sûreté de son jeu, est certainement le meilleur appareil qu'on puisse souhaiter, quand la disposition du branchement d'égoût en permet l'application. C'est simplement une cuvette en maçonnerie, reposant sur le sol du branchement et dans laquelle le tuyau de chute débouche verticalement, de telle sorte que l'orifice libre de ce tuyau se trouve un peu au-dessous des bords de la cuvette. Celle-ci étant maintenue pleine par les envois de la maison, l'orifice du tuyau est constamment dans le liquide, et le trop plein de la cuvette s'écoule en s'épanchant par dessus les bords. Les matières lourdes, au contraire, restent au fond. Rien de plus aisé, on le comprend, que de nettoyer un semblable appareil et d'éviter tout engorgement.

Indépendamment de ces fermetures, placées à l'entrée de l'égoût, il convient d'en placer d'autres à l'origine des tuyaux qui débouchent dans les appartements, afin de se prémunir contre les mauvaises odeurs qui peuvent se dégager, non de l'égoût avec lequel la fermeture inférieure intercepte la communication, mais des tuyaux eux-mêmes. C'est dans ce but que l'évier de la cuisine et la cuvette des cabinets sont ordinairement pourvus d'une soupape hydraulique Elle n'est pas utile au tuyau des eaux pluviales, qui ne livre point passage à des matières nauséabondes.

Au moyen de ces diverses dispositions et d'un écoulement d'eau convenable dans les organes, on parvient à se mettre complétement à l'abri des mau-

vaises odeurs. Les water-closets des bonnes maisons anglaises en sont une preuve frappante. Ce sont de véritables cabinets de luxe, dont rien ne laisse soupçonner la véritable destination, et qui peuvent exister impunément au sein des appartements les plus somptueux.....

VENTILATION DES ÉGOUTS.

A l'inverse des orifices privés, les bouches de décharge des rues, dans un système d'égoûts bien ordonné, doivent être toujours ouvertes.

Si l'on suppose le réseau souterrain établi sur des bases rationnelles, de telle façon que toute matière putrescible y soit constamment en présence d'un excès d'eau et ne séjourne jamais plus de 24 heures dans les galeries, les exhalaisons ne sont pas de nature à incommoder sérieusement les habitants. Il suffit que ceux-ci ne les laissent point parvenir au sein de leurs demeures, mais ils peuvent sans danger les laisser s'échapper sur la voie publique. Dès lors, rien de plus facile que de ventiler largement les galeries : on n'a qu'à maintenir les bouches des rues toujours ouvertes, ainsi que les portes d'accès et autres orifices pouvant offrir un libre passage à l'air. C'est ainsi qu'on opère à Paris, et le renouvellement de l'atmosphère intérieur est si actif, qu'il semble presque, sur certains points, qu'on aurait plutôt à se garantir contre l'excès de la ventilation que contre son insuffisance. L'efficacité de ces dispositions simples est encore accrue par le mouvement même du flot liquide, qui ébranle continuellement la couche d'air en contact avec lui et transmet l'agitation à toute l'atmosphère de la galerie. Un renouvellement aussi complet réagit à son tour de la manière la plus favorable sur la salubrité de l'égoût et contribue à empêcher l'infection, car il maintient une température modérée et fournit une quantité d'oxygène qui s'oppose à la fermentation putride.

Malheureusement, bien peu d'égoûts ont été conçus sur un tel plan, et il en résulte que l'aération par les bouches des rues, rencontre de grandes difficultés, la santé des habitants se trouvant alors en opposition avec la salubrité intérieure de l'égoût.

Il faut donc, pour obtenir une bonne ventilation sans nuire à la surface, recourir après coup à des expédients plus ou moins coûteux et compliqués. On en a essayé un grand nombre, mais aucun n'a bien réussi. En dehors de la solution naturelle qui découle de l'installation même du réseau, on s'est toujours heurté à des obstacles qui semblent insurmontables. On a essayé à Paris l'aspiration par de hautes cheminées débouchant au-dessus des édifices ; elles ont même été rendues obligatoires pour tout propriétaire élevant une maison neuve. Cependant le service municipal de Paris n'a qu'une médiocre confiance dans cette ressource, La plupart du temps, en effet, ces cheminées sont *indifférentes*, c'est-à-dire qu'elles n'aspirent ni ne refoulent; parfois même, le courant naturel se renverse, et l'air du dehors entre par les cheminées, tandis que l'air du dedans s'échappe par les bouches des rues.....

D'ailleurs, quand même ce moyen se montrerait plus efficace qu'il ne l'a été jusqu'ici, ce serait une question de savoir si l'on gagne beaucoup à renvoyer les émanations à quelques décimètres au-dessus des maisons, car on peut craindre que dans les grandes villes, cette faible hauteur ne soit insuffisante pour déterminer une diffusion convenable des éléments délétères dans la masse atmosphérique.

L'ingénieur Haywood, qui a traité cette question pour Londres avec un soin

tout particulier, n'hésite pas à penser que le bénéfice, dans ces conditions, est illusoire. Il faudrait, selon lui, pouvoir décharger les gaz à 80 ou 90 mètres de haut et pénétrer ainsi au sein de la masse atmosphérique qui circule au-dessus de la métropole avec une vitesse de 7 à 8 kilomètres à l'heure. Alors la diffusion serait effective et les éléments nuisibles noyés en quelque sorte, dans les torrents d'air pur. Mais quand on les émet à quelques décimètres des appartements et dans une couche qui participe à peine au mouvement général de l'atmosphère, on ne doit pas compter sur une amélioration réelle de la santé publique. »

Nous conclurons donc, avec les savants que nous citons, qu'il faut surtout établir de larges galeries d'égoûts et les tenir à l'abri de l'infection par une abondante distribution d'eau ; leur ventilation naturelle sera alors facile et ne donnera lieu à aucune suite fâcheuse pour la santé publique.

Appartements de location. — Sous ce titre, nous entendons parler des appartements n'occupant qu'un seul étage, et même qu'une portion d'étage d'une maison habitée en commun par plusieurs locataires.

Les dispositions de ventilation et de chauffage spéciales à chaque pièce de ces appartements doivent être évidemment semblables aux dispositions indiquées ci-dessus pour les habitations non communes.

Mais il n'en est plus de même pour les calorifères généraux destinés à chauffer l'ensemble des pièces d'un appartement avec un seul foyer.

Il est souvent impossible d'employer dans ce cas les calorifères à air chaud, car ils nécessitent une différence de hauteur dont on ne dispose point ; de plus il faudrait conduire l'air chaud dans chaque pièce par de longues conduites d'une large section, et la place fait souvent défaut pour loger ces larges conduites d'air.

Il faudra donc adopter dans ce cas un calorifère à circulation d'eau à haute ou basse pression dont les conduites longeant les murs de l'appartement lui procureront une chaleur bien suffisante ; ces conduites pourront être posées sur le parquet et dissimulées au besoin par un grillage ornementé, dont les différentes parties devront être mobiles afin de permettre l'enlèvement des poussières.

La chaudière de ce calorifère sera placée dans la cuisine et son service sera ainsi fort commode et tout à fait indépendant pour chaque locataire ; avantage précieux que ne pourrait présenter le chauffage de tous les étages par un calorifère général à air chaud installé dans la cave ; cette installation présenterait d'ailleurs d'autres inconvénients tels que : difficulté d'une égale répartition de chaleur entre tous les étages, encombrement causé par le grand nombre de conduits d'air chaud, dissidences des locataires sur la température de l'air introduit, irrégularité du chauffage livré à la direction d'un concierge inintelligent, négligent, ou même hostile, gaspillage des combustibles, etc.

Nous pensons donc, à cause de tous ces inconvénients, qu'il faut que chaque locataire soit absolument maître de régler le chauffage de son appartement, et que dans ce cas, il est convenable d'employer le système à circulation d'eau chaude à haute ou basse pression avec chaudière placée dans la cuisine de chaque appartement.

Le chauffage et la ventilation de chaque pièce étant d'ailleurs assurés indépendamment au moyen d'une cheminée ouverte à simple circulation d'air chaud pour les chambres, et à prise d'air vicié au plafond pour les pièces de réception telles que la salle et les salons.

Maisons d'ouvriers. — Malgré les efforts des industriels les plus éclairés et

les plus charitables, les maisons ouvrières laissent encore beaucoup à désirer sous le rapport de l'hygiène.

Si nous examinons les types les plus en vogue, ceux de Mulhouse, par exemple, nous trouvons que bien que chaque logement jouisse de deux expositions, et soit pourvu d'ouvertures en nombre suffisant pour assurer une forte aération, l'air qu'on y respire n'est cependant pas assez pur, en hiver surtout (1).

C'est que, dans un but d'économie, que ne justifie que trop le modeste budget de la plupart des ouvriers, la famille se tient au complet, pendant les heures de loisir de la journée, dans une même pièce, où un seul feu alimente la cuisine, réchauffe le corps et aide souvent au séchage de la lessive.

A l'ancienne cité de Mulhouse, où les lieux d'aisances sont dans l'intérieur du logement, leurs émanations achèvent quelquefois de vicier un air déjà bien malsain.

Il serait cependant facile en construisant une maison ouvrière d'y ménager des dispositions spéciales pour le chauffage de toutes les pièces par le feu de la cuisine; la ventilation s'obtiendrait d'ailleurs aisément en ménageant de simples conduits d'extraction d'air vicié dans l'épaisseur des murailles.

Pour assurer l'efficacité de ces moyens il faudrait disposer, pour le chauffage, un tuyau en fonte recevant la fumée du fourneau et placé à l'angle droit où se croisent les murs intérieurs.

Ce tuyau pourrait chauffer quatre pièces à chaque étage et huit pièces pour deux étages. Nous supposons, bien entendu, que la cuisine se fait sur un fourneau à foyer fermé.

Le chauffage des chambres du premier étage serait un peu moindre que celui des pièces du rez-de-chaussée, ce qui offre plus tôt des avantages que des inconvénients.

Pour éviter la chaleur de ce tuyau métallique pendant l'été, il suffirait de ménager, dans un des murs, un tuyau spécial au tirage du fourneau pendant la saison chaude.

Le chauffage serait ainsi obtenu presque gratuitement, et, toutes les pièces étant chauffées, il n'y aurait plus aucune raison d'encombrer la cuisine comme on le fait aujourd'hui à Mulhouse.

L'air pur pénétrerait facilement par les fissures des fenêtres et la porosité des murs, sous l'action du tirage naturel de la gaîne d'air vicié *spéciale à chaque pièce*; cette gaîne d'air vicié serait munie d'une valve pouvant se fermer quand la pièce serait innoccupée, pour éviter la perte de chaleur par l'air extrait; cette valve serait ouverte pendant l'occupation de la pièce, il serait ainsi très-facile de ventiler les chambres à coucher pendant la nuit.

Ces gaînes d'air vicié, spéciales à chaque pièce, devraient monter au-dessus du toit en formant tête de cheminée. Ce qui permettrait, au besoin, d'y faire déboucher la fumée d'une petite cheminée portative, en tôle ou fonte, qui pourrait augmenter la chaleur de chaque pièce et sa ventilation dans quelques cas exceptionnels, pour une chambre de malade, par exemple. On éviterait ainsi la dépense de construction d'une cheminée dans chaque pièce, tout en se ménageant la facilité de les construire plus tard, et on aurait enfin le précieux avantage de pouvoir extraire l'air vicié de chaque pièce, tout en y assurant une suffisante introduction d'air pur.

Crèches, Asiles, Écoles primaires. — Les appareils de ventilation et de chauffage destinés aux crèches et asiles de l'enfance, pouvant être semblables à

(1) *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse*. 1878, p. 577.

ceux employés dans les écoles primaires, nous passerons tout de suite à l'examen des conditions à réaliser dans ces écoles.

La ventilation des écoles primaires a été l'objet d'un travail spécial publié par Péclet en 1842 (1). Mais le dispositif proposé par ce savant (qu'il a également conseillé pour les salles d'hôpital) est loin d'être satisfaisant.

Il consiste dans l'emploi d'un poêle calorifère placé près du bureau du maître, le tuyau de ce poêle parcourt horizontalement toute la longueur de la classe à la hauteur du plafond, et débouche dans une cheminée dont il atteint le sommet supérieur, en y échauffant par contact l'air vicié extrait par cette cheminée d'appel. Cette disposition échauffe trop fortement la partie supérieure de la classe. La fumée trop refroidie dans ce long parcours ne détient plus assez de chaleur pour échauffer l'air vicié de la cheminée d'extraction, dont l'effet salutaire se trouve ainsi presque toujours insuffisant.

L'appareil de Péclet présente en outre le grave défaut, qu'il partage d'ailleurs avec les appareils plus récents, de ne point permettre de faire varier promptement la température de l'air pur introduit, qui est toujours forcé de passer au contact des surfaces de chauffe du foyer, ce qui rend la ventilation solidaire du chauffage; défaut grave qu'il faudrait pouvoir éviter.

A ce sujet, nous devons signaler ici une tentative faite dans ce sens, il y a quelques années, par la maison Duvoir-Leblanc.

Nous empruntons au général Morin (2) la description de ce système, dont on trouvera une coupe pl. VI :

« L'air nouveau arrive par deux orifices, ouverts dans le mur de pignon et afflue dans deux coffres, disposés au fond de la salle *dans toute sa largeur*. Un calorifère avec cloche en fonte et des tuyaux horizontaux régnant sur deux rangs à droite et à gauche dans les coffres, échauffent l'air nouveau, qui, à l'aide *de deux registres*, peut être introduit, selon les besoins, en plus ou moins grande quantité.

Deux autres registres permettent de modérer ou d'activer la circulation de la fumée dans les tuyaux horizontaux pour varier l'échauffement de l'air, et un *cinquième registre* sert à régler l'échappement total ou partiel de la fumée dans la cheminée, selon que l'on veut cesser ou diminuer le chauffage, en se bornant à employer la chaleur à produire l'appel.

L'air nouveau doit être introduit par une corniche creuse, vers le plafond.

L'appel de l'air vicié se fait sous les bancs, en passant, pour se rendre à la cheminée d'appel, dans un espace vide réservé dans toute l'étendue du plancher. »

Cet appareil, d'une *complication excessive*, ne s'est point répandu, à cause de la place considérable qu'il exige, puisqu'il occupe d'abord, pour l'air pur, *tout le mur* pignon et d'énormes corniches creuses; puis, pour l'air vicié, *toute l'épaisseur du plancher*, qu'il transforme en magasin de poussières insalubres.

Enfin, il eut fallu dépenser un temps considérable à régler suivant les besoins *les cinq registres* reconnus nécessaires, et, en plus, la porte du foyer et le registre du cendrier, ce qui donnait en tout *sept* organes à manœuvrer.

On conviendra qu'un tel système était peu pratique et on comprend facilement qu'il soit encore peu répandu.

La Direction des travaux de Paris a récemment fait étudier, par une commission spéciale, les conditions particulières de la ventilation et du chauffage des écoles primaires.

(1) *Traité de la chaleur*, 2e édition, tome II, p. 453.
(2) *Etudes sur la ventilation*, tome II, p. 342.

Le rapport de la commission conclut ainsi (1):

« Avec l'appareil de combustion placé dans la classe même à chauffer, on évite les pertes assez notables de chaleur qui ont lieu dans le parcours de la canalisation des calorifères généraux, et les dépenses d'installation sont beaucoup moins élevées.

Quelque soit le système, les conditions les plus importantes auxquelles les appareils doivent satisfaire sont les suivantes:

Régularité du chauffage, c'est-à-dire uniformité de température dans toutes les parties de la classe et aux diverses heures de l'occupation; régularité de ventilation, c'est-à-dire passage d'air en quantité égale autour de chaque élève. Pour satisfaire à la première condition, quand l'appareil est placé dans la classe même, on comprend que le rayonnement de la surface doive être très-modéré, afin que son action ne se fasse pas sentir trop vivement sur les places voisines, au préjudice des places plus éloignées; par conséquent, il faut que l'appareil soit muni d'une enveloppe peu conductrice.

Le tuyau de fumée apparent qui, dans beaucoup d'écoles, traverse les classes, présente de nombreux inconvénients, et doit être abandonné. Mais comme ce tuyau constitue une notable partie de la surface de chauffe, il faut trouver un moyen d'en développer ailleurs l'équivalent. Or, si l'on observe que l'air chaud qui provient de l'appareil tend toujours à monter directement au plafond, qu'il y soit ou non conduit par une enveloppe fermée, on comprendra que rien n'est plus facile que d'utiliser au développement des surfaces de chauffe, tout ou partie de l'espace vertical situé au-dessus de la surface que cet appareil occupe sur le sol.

L'appareil se composera ainsi d'un foyer et d'une surface de chauffe placée au-dessus, le tout enfermé dans une enveloppe peu conductrice ouverte à la partie haute pour laisser échapper l'air chaud qu'elle contient. Il sera muni d'une ou, mieux, de deux prises d'air extérieur, percées sur les faces opposées du bâtiment. »

L'appareil ainsi décrit et conseillé par la commission offre, on l'a déjà compris, de grandes analogies avec la cheminée Wazon: Prise d'air extérieur, air pur chaud débouchant au plafond, surfaces de chauffe verticales placées au-dessus du foyer, et enveloppe peu conductrice de ces surfaces; tout cela est commun aux deux appareils. Mais celui de la commission n'est encore qu'un poêle calorifère à ventilation solidaire du chauffage, puisqu'on ne peut y faire varier la température de l'air pur entrant, car, et cela est commun à tous les poêles connus, l'air neuf est toujours forcé de passer sur les surfaces de chauffe du poêle, et comme il est impossible de refroidir ces surfaces, puisque le poêle est souvent chargé pour plusieurs heures, il en résulte un échauffement forcé de l'air neuf qui est constamment astreint à lécher ces surfaces de chauffe. Par l'emploi de la cheminée Wazon, (dont le brevet est d'ailleurs antérieur à l'estimable rapport de la commission) on peut facilement, comme on l'a déjà vu, et instantanément refroidir ou réchauffer à volonté, par un simple tour de clef, les surfaces de chauffe léchées par l'air nouveau; on est donc absolument maître de régler, à tout instant et à tout degré, la température et le volume de l'air pur introduit, et cela sans toucher au feu, qui peut être chargé de combustible pour un temps assez long.

Pour extraire l'air vicié, la commission propose un système compliqué et dispendieux, composé de canaux d'extraction logés dans l'épaisseur du plancher, et s'ouvrant dans le parquet de la classe au moyen de bouches horizontales grillagées. Ce dispositif complexe est destiné à prendre l'air soi-disant le plus

(1) Narjoux, Des écoles publiques, p. 154.

vicié, autour de chaque élève, au ras du parquet. Nous avons déjà vu qu'au contraire l'air vicié se porte au plafond, et qu'on extrait ainsi, par en bas, l'air le plus pur, puisqu'il est le plus chargé d'oxygène et le moins mélangé d'acide carbonique. Il vaut mieux, comme le conseillait Péclet, extraire l'air à $0^m,8$ du sol, à la hauteur de la respiration des jeunes enfants assis. On aura en outre l'avantage d'empêcher ainsi les veines d'air froid, qui pénètrent par les fissures, de venir glacer les pieds des élèves.

On évitera aussi les dépenses d'établissement des longs canaux d'extraction qui, en pratique, ont présenté de graves inconvénients, car ils deviennent le réceptacle de toutes les poussières, miasmes et contages apportés par les chaussures des élèves et par les gaz viciés qui y passent. Ils constituent donc une nouvelle cause de grave insalubrité, justement signalée par l'architecte Narjoux (1).

La disposition généralement en usage pour l'extraction de l'air vicié des classes, consiste à établir la prise d'air vicié au bas d'une cheminée dans laquelle cet air s'échauffe, plus ou moins, au contact des parois du tuyau à fumée du poêle, qui passe au centre de cette cheminée dans toute sa hauteur.

Or, il y a encore là de graves défauts à faire disparaître. En effet, cette disposition coûteuse d'installation et d'entretien, car ces longs tuyaux de tôle s'oxydent rapidement, présente de plus le vice capital de lier étroitement l'extraction régulière et abondante de l'air vicié à un chauffage actif, qu'il est souvent impossible de produire par un temps doux. Car si la température extérieure s'élève, il faut bien forcément modérer le chauffage de la classe, en brûlant moins de combustible. Il en résulte alors que la faible quantité de chaleur que détient encore la fumée à son entrée dans le coffrage où l'air vicié doit s'échauffer, devient tout à fait insuffisante pour produire cet échauffement; et cela précisément au moment où cet air vicié aurait besoin d'une plus grande somme de chaleur, car on sait que le tirage des cheminées d'appel diminue considérablement quand la température extérieure s'élève.

Dans ses études sur la ventilation des écoles (2), le général Morin a fait ressortir clairement ce vice capital des appareils d'extraction de l'air vicié. Le savant général a constaté, par des expériences précises, que chaque enfant des écoles de Grenelle, à Paris, ne reçoit que $3^{m3},5$ par heure; quand il est admis maintenant par les hygiénistes qu'il faut de 15 à 20^{m3} par enfant et par heure!

Le général Morin conclut ainsi :

« Le chauffage ne devant avoir une certaine activité que pendant l'hiver, tandis que la ventilation doit fonctionner en tout temps, il faut prendre des dispositions pour que, au printemps et à l'automne, l'évacuation de l'air vicié, ainsi que l'arrivée de l'air nouveau, soient assurées *indépendamment du chauffage*.

Il faut donc en général que, tout en utilisant l'hiver une partie de la chaleur des appareils de chauffage par le passage des tuyaux de fumée dans les cheminées d'évacuation, on se ménage des moyens auxiliaires pour activer l'appel, lorsque le chauffage doit diminuer d'intensité ou cesser tout à fait.

Le mode le plus simple, et en même temps le plus avantageux, paraît être un foyer placé au bas de la cheminée d'évacuation. » Ce second foyer avait été déjà conseillé par Péclet, mais il impose des soins particuliers pour son allumage et son entretien, et on a depuis longtemps reconnu qu'il n'était jamais allumé. Il faut donc employer un appareil permettant de se passer de ce second feu. Notre cheminée, déjà conseillée, répond heureusement à cette condition, car

(1) Des écoles publiques, p. 279.
(2) *Études sur la ventilation*, tome II, p, 5 et 115.

on sait que son foyer ouvert est placé au bas du conduit d'extraction; il suffira donc d'appliquer cette cheminée à la ventilation des écoles pour être assuré d'avoir en toute saison une énergique et directe extraction de l'air vicié, et, par conséquent, un appel abondant et régulier d'air pur, ce qui constitue complétement les conditions nécessaires à une ventilation constante et hygiénique.

L'emploi des cheminées permet, en outre, aux élèves qui arrivent trop souvent mouillés, de se sécher rapidement, ce qu'ils ne peuvent faire avec un poêle ou un calorifère.

L'expérience a déjà prononcé en leur faveur en Angleterre (1), où elles sont d'un emploi général dans les écoles.

Le professeur d'hygiène, Riant, en indique ainsi les avantages (2): « Mais il faut ajouter que ce résultat (ventilation régulière) possible quand il existe dans les pièces un appareil de chauffage à tirage puissant, comme les vastes cheminées en usage en Angleterre, cesse de l'être, quand la cheminée est remplacée comme chez nous, le plus souvent par un très modeste poêle. Nous verrons, en parlant du chauffage scolaire, qu'il nous manque là un des éléments les plus importants de la ventilation. »

Le professeur Gallard, médecin de la Pitié, et auteur de remarquables travaux sur le chauffage et la ventilation, conseille ainsi l'emploi des cheminées pour les salles d'école (3) :

« En effet, si le foyer lumineux d'une cheminée est avantageux, ce sera surtout dans les salles d'étude, où les élèves séjournent environ huit heures par jour; c'est là que des cheminées ventilatrices seront nécessaires pour procurer une chaleur agréable, tout en assurant un renouvellement suffisant de l'air. »

On voit donc que l'emploi des cheminées dans les écoles, crèches et asiles, déjà pratiqué en Angleterre, et vivement conseillé par les hygiénistes français, n'est point un système proposé légèrement, mais qu'il s'appuie au contraire sur les principes essentiels de l'hygiène scolaire.

Écoles de dessin. — Ces écoles comportant un éclairage puissant, souvent effectué à l'air du gaz, il en résulte un échauffement considérable, qu'on combattra aisément l'hiver en employant une cheminée Wazon, à prise d'air vicié au plafond; ainsi qu'il a été d'ailleurs expliqué au chapitre : salons de réception.

Pendant l'été, il suffira d'ouvrir des vasistas à la partie supérieure des fenêtres, et, s'il est possible, sur les deux faces opposées de la salle.

Les écoles de dessin sont souvent éclairées par en haut, la lumière naturelle passant alors au travers d'un plafond vitré. Il y a lieu dans ce cas d'augmenter considérablement la surface de chauffe, car les formules de Péclet pour les vitrages verticaux (données page 136) deviennent : $M = 10 \times T$ pour le chauffage à l'eau chaude, et $M = 20 \times T$ pour le chauffage à l'air chaud.

Lycées et colléges. — Le professeur Michel Lévy s'exprime ainsi sur le manque de ventilation des lycées et écoles (4) :

« Ne craignons pas d'insister ici sur l'imperfection hygiénique d'un grand nombre d'établissements : lycées, collèges, institutions, écoles primaires, salles d'asile; où les enfants sont parqués, et le plus souvent soumis aux funestes influences de l'encombrement. Presque toujours les salles d'étude, les classes,

(1) Narjoux. *Ecoles publiques.*
(2) *Hygiène scolaire* p. 71.
(3) *Applications hygiéniques du chauffage*, p. 43.
(4) *Traité d'hygiène*, t. 2, p. 712.

ont une capacité disproportionnée avec le nombre de leurs habitants, et sont *dépourvues de tout moyen de ventilation régulière;* on ouvre les fenêtres pendant l'intervalle des classes ou aux heures de récréation; mais cette mesure est insuffisante, et en hiver on la néglige. Que l'on entre dans ces locaux une heure après le renouvellement de leur atmosphère, déjà on est frappé par une odeur d'air usé, confiné ou miasmatique. Assainir ces établissements, c'est améliorer la race humaine, c'est préparer au pays des générations valides et utiles. »

L'hygiène des lycées de France a été l'objet d'une enquête minutieuse et savante, due au professeur Vernois (1). Cet éminent hygiéniste insiste particulièrement sur la ventilation des classes, études et dortoirs, où les élèves sont forcés de faire un long séjour dans l'air confiné.

Il constate que dans les classes, le cubage de la pièce par élève est presque toujours très-insuffisant.

Voici quelques-uns de ces cubages :

Lycées :	d'Évreux, (classes)	5^{m^3},2	par élève.
—	Mont-de-Marsan	4 ,8	—
—	Tours	4 ,7	—
—	Hâvre	4 ,4	—
—	Versailles	4 ,00	—
—	Bonaparte, à Paris	3 ,00	—
—	Bordeaux	1 ,50	—

On est véritablement effrayé des résultats que peut causer un encombrement poussé à cette limite extrême, et rendu d'autant plus redoutable que *presque toujours* ce défaut est accompagné d'un manque de ventilation.

Les salles d'étude offrent malheureusement des cubages dérisoires, et sont aussi dépourvues de moyens de ventilation. Nous citerons, par exemple, les cubages suivants des salles d'études de :

Lycées :	d'Angoulême, Bonaparte, St-Louis	7^{m^3},00	par élève.
—	Napoléon-Vendée	6 ,7	—
—	Auch	6 ,5	—
—	Bourges, Brest, Colmar, Orléans, Rouen, Toulouse	6 ,00	—
—	Grenoble	5 ,5	—
—	Bordeaux, Poitiers, Évreux	5 ,00	—
—	Paris (Louis-le-Grand), Versailles	4 ,00	—

Les dortoirs ont des exigences non-seulement égales à celles des classes et des études, mais comme les élèves y sont rassemblés en bien plus grand nombre, comme ils y dorment, et que c'est pendant le sommeil que l'absorption des gaz et des vapeurs délétères est la plus active, comme dans les dortoirs il y a des causes multiples d'infection ou d'altération de l'air, il faut nécessairement qu'une situation meilleure sous tous les rapports, leur soit attribuée, dans toutes les conditions hygiéniques qui s'y rattachent.

Il est loin d'en être ainsi, et les dortoirs offrent souvent des cubages complétement insuffisants. Nous citerons les suivants :

Lycées :	d'Évreux. (Dortoirs)	15^{m^3},00	par élève.
—	Angers	12 ,00	—
—	Brest	10 ,00	—
—	Dijon, Saint-Brieuc	8 ,00	—
—	Rouen	7 ,00	—
—	Bourges	4 ,00	—

(1) *État hygiénique des lycées, Annales d'hygiène.* 1868.

Quelques lycées ont un cubage plus élevé. Mais ce qui paralyse cette meilleure proportion, c'est le manque de ventilation presque général dans les lycées et collèges.

On voit donc, par ces chiffres et ces observations, que la ventilation des lycées n'existe même pas dans les centres les plus éclairés, tels que Paris et Versailles, que peut-elle être ailleurs? dans les petits collèges et institutions si nombreuses, où l'enfant est enfermé pendant de longues années dans des conditions véritablement déplorables, et certainement plus insalubres que celles qu'on rencontre aujourd'hui dans les prisons cellulaires, destinées à la correction des criminels! Que nous ont donc fait nos enfants, pour que nous leur imposions ces souffrances imméritées?

Il est du devoir du gouvernement de porter un prompt remède à cet état déplorable de nos établissements d'instruction; en acceptant la direction de l'Instruction publique, l'État encoure une grande responsabilité, et ses établissements d'instruction devraient toujours pouvoir être donnés comme des modèles, renfermant les meilleures conditions hygiéniques, afin que chaque élève y puise des habitudes de propreté et d'hygiène, habitudes qui pourront le suivre partout, et qu'il répandra plus tard dans sa maison, dans sa famille et dans les établissements qu'il sera appelé à diriger.

Pour fonder l'hygiène sur des bases solides, il faut d'abord l'introduire dans l'école. Les constructions scolaires doivent donc, à tous les points de vue, présenter les meilleures conditions sanitaires.

On peut constater, avec regret, en parcourant la section française, qu'il est loin d'en être ainsi. Nous avons particulièrement remarqué plusieurs plans et projets d'Écoles normales d'instituteurs, où *rien* n'a été prévu pour la ventilation. Comment alors obtenir de ces instituteurs une bonne direction hygiénique de leurs écoles?

Si, maintenant, nous étudions, avec le professeur Vernois, le chauffage des lycées, nous constaterons qu'il est, comme la ventilation, établi dans des conditions déplorables et insalubres. D'après Vernois, le chauffage est *notablement défectueux* dans 43 lycées sur 70, où les poêles de fonte sont exclusivement employés.

Le grand inconvénient de ces mauvais poêles de fonte, c'est de s'échauffer très-vite, de donner une température trop élevée, pendant laquelle il y a introduction de gaz oxyde de carbone; puis de s'éteindre rapidement, et d'exposer les enfants à des excès et à des abaissements de chaleur, et chose plus grave, à l'intoxication par l'oxyde de carbone, dont on connaît maintenant les redoutables conséquences.

Les dispositions hygiéniques à créer dans les lycées et collèges pour y réaliser une ventilation et un chauffage salubres, ont été parfaitement indiquées par le professeur Gallard (1), qui les décrit ainsi :

« Quant aux lycées qui, placés non-seulement sous la surveillance, mais même sous la direction de l'État, servent pendant de longues années d'habitation, pour ainsi dire unique, à des enfants, à des adolescents dont le corps a besoin de se développer en même temps que l'intelligence, il est nécessaire, indispensable, qu'ils présentent des conditions de bien-être et de confort hygiéniques au moins égales, sinon supérieures, à celles que ces enfants avaient dans leurs familles.

Or, nous avons établi, en commençant ce travail, que la chaleur lumineuse fournie par le foyer de l'âtre est une chose avantageuse (je ne dis pas absolument essentielle) pour le bon entretien de la santé; il y aurait donc inconvé-

(1) *Applications hygiéniques du chauffage et de la ventilation*, p. 42.

nient à en priver les enfants dont les familles ne se séparent, en s'imposant de lourds sacrifices, qu'à la condition d'être assurées que rien ne manquera à leur bien-être. D'où cette première conclusion, qu'il faut avoir dans un lycée, un certain nombre de foyers à feu découvert. En effet, si le foyer lumineux d'une cheminée est avantageux, ce sera surtout dans les salles d'études, où les élèves séjournent environ huit heures par jour; c'est là que des cheminées ventilatrices seront nécessaires pour procurer une chaleur agréable, tout en assurant un renouvellement suffisant de l'air; c'est là que je conseillerai surtout de les placer, parce que les salles d'études sont le véritable cabinet de travail du collégien, et qu'elles doivent réunir les mêmes conditions de salubrité que les cabinets ou les salons des maisons particulières.

Il faut aussi un calorifère général qui chauffe tous les locaux. Suivant le moment de la journée, on dirigera le calorique soit vers les classes et les études, soit vers les réfectoires, les salles de récréation et les dortoirs. »

Le calorifère général conseillé par le professeur Gallard, devrait, suivant nous, être à air chaud ou à vapeur, car ceux à eau chaude demandent d'abord un temps trop long pour échauffer les circuits de chaque pièce, et ils laissent ensuite en pure perte une grande quantité de chaleur emmagasinée dans ce circuit, pendant l'inoccupation de ces pièces. Ces calorifères, à air chaud ou à vapeur, doivent surtout être disposés pour un chauffage rapide. La ventilation devra d'ailleurs être assurée au moyen de larges cheminées ventilatrices, qui pourront suppléer au chauffage pendant les arrêts de fonctionnement du calorifère.

Nous croyons donc qu'il conviendrait de munir chaque pièce d'une ou plusieurs cheminées ventilatrices, et d'en placer même à chaque extrémité des réfectoires. Elles nous paraissent surtout indispensables pour les dortoirs, car elles permettent d'introduire la nuit un volume suffisant d'air pur légèrement échauffé, ce qui ne peut avoir lieu pendant le printemps et l'automne, quand le calorifère général n'est point chauffé le jour, et qu'il faut cependant introduire l'air extérieur pendant des nuits souvent froides.

Chaque dortoir devra donc recevoir à chaque extrémité une large cheminée ventilatrice placée à la portée des surveillants et des veilleurs. Il en sera, à plus forte raison, de même pour l'infirmerie, où la cheminée est *indispensable*, ainsi que nous le verrons au chapitre des hôpitaux.

Enfin le professeur Gallard conclut ainsi :

« Quant à la ventilation d'été, les fenêtres, les vasistas, et au besoin des ouvertures spéciales, suffiront pour l'assurer dans les meilleures conditions hygiéniques. Dans quelques collèges, et surtout dans un plus grand nombre d'institutions particulières, chaque élève a sa chambre; alors il importe de transporter dans chacune de ces petites chambres la cheminée des salles d'étude. En même temps, il faudra ménager une ouverture permanente sur le couloir, qui doit être fermé lui-même à chacune de ses extrémités, et chauffé par le calorifère général. Une bouche de calorifère ne nous semblerait pas suffisante pour une telle chambre, et un poêle y serait dangereux. Au surplus, la chambre d'un élève, au collège et dans une pension, ne doit pas être assimilée à la cellule d'un prisonnier, mais bien à la chambre à coucher d'une maison d'habitation privée, et elle doit réunir absolument les mêmes conditions d'hygiène que cette dernière. »

Amphithéâtres. — L'ingénieur Félix Leblanc a fait, en 1842 (1), l'analyse de l'air de l'amphithéâtre de physique et de chimie de la Sorbonne, dépourvu de moyens de ventilation, et d'une faible capacité puisqu'elle ne donne que

(1) *Annales de chimie et de physique*, 1842.

$1^{m3},1$ à chaque personne. Deux prises d'air vicié y ont été faites, l'une peu d'instants après l'ouverture d'une leçon de M. Dumas, l'autre à la fin de la leçon. Le nombre des auditeurs pouvait être évalué à 900 au moins; leur séjour avait été de 1 heure $^1/_2$ dans l'amphithéâtre d'une capacité de $1,000^{m3}$.

Pendant ce temps deux portes étaient restées ouvertes comme d'habitude. Néanmoins l'air recueilli à la fin de la leçon avait éprouvé une altération notable, car la quantité d'oxygène disparue a été de 1 $^0/_0$ environ en poids; l'acide carbonique surpassait la proportion de 1 $^0/_0$ en poids; chiffres qui parlaient assez haut par eux-mêmes pour que l'utilité d'un système de ventilation artificielle pour cette enceinte fut parfaitement démontrée (1). Le résultat de ces expériences était tellement frappant, et l'état qu'elles constataient si déplorable et si peu flatteur pour un établissement de haut enseignement, confié aux plus illustres organes de la science, qu'on aurait dû s'attendre à voir l'administration de l'instruction publique s'empresser d'y porter remède. Il n'en a rien été, et, après plus de trente années, ce déplorable état de choses est encore le même.

Nous donnons ici, d'après le général Morin (2) pl. V, la description des dispositions qu'il a fait appliquer aux amphithéâtres du Conservatoire des Arts-et-Métiers, à Paris :

Amphithéâtres du Conservatoire des Arts et Métiers. — « J'ai fait connaître, dans mes *Études sur la ventilation*, les principes qui m'avaient dirigé dans l'établissement des dispositions adoptées pour le chauffage et la ventilation des amphithéâtres du Conservatoire. Ces principes fort simples se réduisent :

1° A extraire l'air vicié le plus près possible des personnes ou des lieux où il est altéré;

2° A introduire l'air nouveau le plus loin possible des personnes et à une température voisine de celle que l'on peut conserver à l'intérieur;

3° A maintenir les cabinets, les passages, les escaliers, les couloirs d'introduction dans les amphithéâtres à une température au moins égale à celle de l'intérieur, et à les munir de portes fermant d'elles-mêmes de l'extérieur à l'intérieur.

Le volume d'air nouveau à introduire par heure et par auditeur avait été fixé à 25^{mc} environ, et l'introduction, comme l'extraction, devait se faire par le seul effet de l'aspiration.

Les résultats obtenus dans l'année 1862-63 et déjà publiés, ont montré avec quelle régularité les températures intérieures avaient pu être maintenues dans les deux amphithéâtres, quoique les dispositions à prendre pour le grand n'eussent pu être terminées pour cet exercice, et l'on a vu que le volume d'air total évacué s'était élevé à plus de 30000^{mc} par heure ; ce qui, en supposant 1000 auditeurs simultanément répartis dans les deux amphithéâtres, correspond à 30^{mc} par heure et par personne.

Il nous restait, en 1863, à compléter l'œuvre commencée pour le grand amphithéâtre, et à constater, par les résultats du service courant de tout un semestre de cours, la marche du service et les consommations en combustible. L'hiver de 1863-64 ayant été exceptionnellement long et assez rigoureux, les résultats obtenus peuvent être regardés comme des bases de dépenses qui ne seraient pas toujours atteintes.

L'analogie des amphithéâtres avec les salles d'assemblées, avec les grands salons

(1) *Annales du Conservatoire*, Général Morin, tome IX, p. 518.
(2) *Annales du Conservatoire*, tome V, p. 21.

de réception, montre que les dispositions qui ont réussi au Conservatoire des Arts et Métiers, pourraient être également adoptées pour tant d'autres lieux où l'on voit l'élite de la population éprouver le malaise et la souffrance là où elle va chercher l'instruction ou le plaisir.

Le service ne présente aucune difficulté, et un seul chauffeur, par l'observation de quelques thermomètres convenablement placés et la manœuvre facile de quelques registres, peut assurer la marche du chauffage et de la ventilation.

Description des appareils du grand amphithéâtre. — Les conditions locales ayant permis d'adopter et d'appliquer plus complétement pour cet amphithéâtre que pour le plus petit les principes développés dans les *Études sur la ventilation*, nous donnerons dans cette note la description des dispositions exécutées.

Deux calorifères à air chaud, C et L, fig. 1, Pl. V, sont destinés au chauffage de cet amphithéâtre et de ses abords, ainsi qu'à celui de l'air nouveau à y introduire.

Le plus grand, C, placé sous l'enceinte réservée, et sous la table du professeur, sert, avant l'entrée du public, au chauffage préalable de la salle, au moyen de quatre bouches FFFF, qui doivent être fermées à l'ouverture des séances.

Deux bouches EE placées dans les cabinets 1 et 2, qui conduisent à l'enceinte réservée, et deux bouches DD dans le laboratoire commun 3, servent à établir dans ces abords inférieurs une température assez élevée pour que le tirage qui se fait par les portes et même pour que l'ouverture complète de ces portes, pendant l'introduction et la sortie des appareils, ne donnent jamais lieu à des rentrées d'air incommodes. Il suffit, pour atteindre ce but, que la température de ces pièces d'accès soit tenue un peu supérieure à celle de l'intérieur de la salle.

Le petit calorifère L sert de même à maintenir dans le vestibule 4 du rez-de-chaussée et dans la cage 5 de l'escalier qui conduit en haut de l'amphithéâtre, une température un peu plus élevée que celle de la salle, afin que l'ouverture des portes extérieures et celle des portes intérieures n'aient pas d'inconvénients.

Toutes les portes d'accès de l'extérieur sont disposées de manière à se fermer d'elles-mêmes, de dehors en dedans, en obéissant à l'appel intérieur, ce qui a pour objet de réduire le plus possible les rentrées d'air extérieur. Des dispositions analogues sont adaptées aux portes intérieures.

A l'aide de ces précautions, les rentrées d'air auxquelles l'ouverture des portes donne lieu, ne présentent point d'inconvénient, même quand le service exige que celles du bas soient momentanément ouvertes en entier.

Le calorifère C est alimenté de l'air nécessaire à la combustion, par une galerie B, fig. 1, venant des caves, et il reçoit l'air nouveau à échauffer par une autre galerie TT, alimenté par l'air de la cour. Ces deux galeries sont isolées l'une de l'autre par une porte *b*, de sorte qu'il ne peut s'établir de communication entre l'air qui afflue au foyer et celui qui parvient dans l'amphithéâtre. Des dispositions analogues existent pour le petit calorifère.

L'extraction de l'air vicié se fait par des orifices *b*, *b*, *b*..., au nombre de 82, pratiqués dans les contre-marches des gradins, et qui offrent ensemble une surface libre de passage de $6^{mq},022$, que nous aurions désiré pouvoir faire plus grande si les constructions déjà existantes nous l'avaient permis, et que nous chercherons cependant encore à augmenter autant que possible.

La disposition des bâtiments n'ayant pas offert d'emplacement pour une cheminée d'appel particulière à chaque amphithéâtre dans son enceinte, nous avons été conduits à établir au milieu de la cour qui les sépare, une cheminée commune A, fig. 1, destinée à servir à l'évacuation de l'air vicié de tous les deux.

Cette cheminée tronconique a 18^m de hauteur, 2^m 60 de diamètre à sa base et 2^m,10 à son sommet. A la base de cette cheminée débouchent deux galeries A' A'', venant de chacun des amphithéâtres, et ayant 2^m 45 de hauteur sur une largeur de 1^m 11, ce qui correspond pour chacune à une section de passage de 2^{mq},593. Ces galeries sont en communication directe avec le dessous des gradins.

Des portes, dont on peut régler l'ouverture, sont placées vers l'origine de ces galeries, afin de permettre d'activer ou de modérer, selon les besoins, l'énergie des appels.

A la base de la cheminée, une grille de 1^m,22 sur 1^m,22, ou 1^{mq},502 de surface, est placée à 1^m,66 de hauteur au-dessus du sol, et reçoit un feu de houille dont la chaleur détermine l'appel de l'air vicié et subséquemment la rentrée de l'air pur.

Les constructions existantes antérieurement, et sur lesquelles reposent les gradins de l'amphithéâtre, ont opposé quelque gêne à l'ouverture des orifices d'évacuation et de passage, et dans des constructions nouvelles, il y aurait lieu d'augmenter toutes les sections de ces passages. L'on peut même voir sur la coupe longitudinale, fig. 2, que la charpente des gradins repose sur la voûte du vestibule inférieur 4, et qu'il en est résulté un obstacle à l'ouverture des orifices que l'on aurait voulu pratiquer dans les gradins supérieurs.

Malgré ces difficultés locales, les proportions adoptées se sont trouvées assez satisfaisantes pour que la ventilation ait pu acquérir l'énergie et la régularité nécessaires.

Admission de l'air nouveau. — Conformément aux principes que nous avons établis dans nos *Études sur la ventilation*, l'air nouveau est admis le plus loin possible des auditeurs, c'est-à-dire par le plafond de l'amphithéâtre, et des dispositions ont été prises pour qu'il n'y afflue qu'à une température très-peu différente de celle qu'il est convenable de maintenir dans la salle.

Un grenier, qui règne au-dessus de l'amphithéâtre, a été plafonné et destiné à servir de chambre à air pour opérer le mélange de l'air chaud fourni par les calorifères avec l'air froid appelé de l'extérieur. Mais, comme on avait deux calorifères, l'on a jugé prudent de séparer leurs effets et de diviser ce grenier, fig. 2 et fig. 3, en deux compartiments, par une cloison en briques.

Le premier H, de ces compartiments, reçoit l'air chaud fourni par le grand calorifère et qui y afflue par un conduit U, fig. 1 et 3. Parvenu à la hauteur du grenier, le conduit s'étend horizontalement en G, et s'épanouit dans ce sens sur toute la largeur G' G'' du grenier. L'air chaud débouche ainsi dans cette chambre par une série de 14 orifices offrant ensemble une section de 1^{mq} environ.

Pour modérer la température de cet air chaud, selon ce qu'exige celle de l'air extérieur, une large baie X, fig. 3 et 4, offrant une aire libre de 5^{mq} 95, a été ménagée sur le pan de la toiture qui verse du côté de l'église, et, au moyen d'un registre que l'on manœuvre à volonté, permet l'introduction d'un volume d'air frais plus ou moins considérable. La somme des orifices d'admission de l'air chaud ou frais est donc pour cette chambre du grenier égale à 6^{mq} 95.

Cet air, par la simple action de l'appel, s'introduit dans le comble, au-dessus des conduits de l'air chaud, et vient déboucher en X', fig. 2, précisément au-dessus de celui-ci avec lequel il se mélange nécessairement, attendu que le plus chaud et le plus léger des deux est au-dessous du plus froid ou du plus lourd.

Il résulte de cette disposition simple que, selon qu'on ouvre ou qu'on ferme les registres d'air chaud du conduit vertical U ou de l'orifice X d'air froid, la température de l'air dans la chambre de mélange peut varier rapidement.

Du côté du petit calorifère, qui envoie l'air chaud par un conduit O, fig. 3, dont le débouché a 0^{mq} 18 de section, une ouverture T, de 2^{mq} 25 de superficie, ménagée dans le toit et munie d'un registre, permet d'une manière analogue d'obtenir, dans la chambre à air correspondante N, un mélange d'air à une température convenable. La somme des orifices d'admission de l'air chaud et de l'air frais dans cette chambre est donc de 6^{mq} 95, ce qui donne en tout une section de 6^{mq} 95+2^{mq} 73=9^{mq} 68.

L'on verra plus loin que le volume d'air maximum extrait de cet amphithéâtre est à peine de 18000^{mc} par heure ou de 5^{mc} 00 par seconde. Par conséquent, la vitesse moyenne de passage par les orifices d'introduction atteint au plus $\frac{58,0}{9,68} = 0^{m}$ 50 par 1″, ce qui n'exige pas une action très-énergique de la part de l'aspiration.

Le passage de l'air de ces deux chambres de mélange dans l'amphithéâtre se fait par onze des douze caissons K, K, K, ménagés dans le plafond ; le douzième ayant été nécessairement couvert par le conduit G d'air chaud. Ces onze conduits offrent à l'introduction une surface libre de 11^{mq} 737, ce qui pour une ventilation qui doit s'élever au plus à 18000^{mc} par heure ou à 5^{mc} 00 en 1″, correspond (en supposant qu'au printemps tout l'air nouveau arrive en totalité par ces ouvertures) à une vitesse moyenne de 0^{m} 42, qui, à la distance où cet air arrive à une température modérée, ne saurait être gênante.

Quelques dispositions de détail ont été prises pour que les caissons les plus voisins des conduits d'arrivée d'air chaud ou d'air froid ne produisent pas des introductions plus abondantes que ceux qui en sont plus éloignés. L'on y est parvenu en établissant au-dessus de ces caissons des espèces d'écrans ou de mantelets, qui dirigent l'air un peu au delà de ces passages et l'obligent à n'y affluer qu'après un détour. Ces mantelets sont disposés dans le sens horizontal, comme *a* et *b*, fig. 2, ou dans le sens vertical, comme *c*e *c*, *c*, fig. 3, selon la direction naturelle des courants. Le développement à leur donner dépend évidemment des dispositions particulières et doit être modifié par suite de l'observation de leurs effets ; c'est une question de tâtonnement local qui ne présente aucune difficulté.

Les deux caissons K_1 et K_2, fig. 3 et 4, nous fournissent un exemple assez remarquable de la facilité avec laquelle, sous l'action d'un appel suffisant, l'on peut diriger l'air dans le sens que l'on juge convenable.

Pour y faire affluer l'air chaud, il avait été nécessaire de bifurquer, à droite et à gauche, vers chacun d'eux, le conduit principal G, mais il fallait aussi mélanger, selon les températures extérieures, cet air avec une proportion plus ou moins grande à l'air frais affluent par la baie X.

A cet effet, des languettes *e e*, fig. 4, ont prolongé le conduit partiel d'air chaud vers les caissons K_1 et K_2, et des mantelets *f f* qui les dépassaient en sens contraire ont obligé l'air froid à n'atteindre ces caissons qu'après s'être nécessairement mélangé avec l'air chaud qui arrivait au-dessous. Ce mouvement d'arrivée et de retour de l'air froid est très-sensible et facile à observer à l'aide d'une bougie allumée.

Par l'ensemble de ces dispositions, l'on est parvenu à obtenir dans les chambres de mélange une température convenable pour l'air nouveau que l'on veut faire affluer dans l'amphithéâtre et qui doit être, comme l'a montré l'observation, très-peu différente de celle que l'on veut maintenir dans cette salle.

L'on a ainsi réalisé en grand l'introduction de l'air nouveau pris à la partie supérieure d'un édifice, en le faisant, par l'action d'un appel agissant d'en bas, descendre dans le local à assainir, et en évacuant à l'inverse l'air vicié par la partie inférieure.

Les expériences ayant prouvé que le volume d'air ainsi introduit et évacué pouvait s'élever même à plus de 18000^{mc} par heure, l'on voit que, par des dispositions convenables et de bonnes proportions, il est facile de faire affluer dans un local donné et d'en extraire, sans produire de courants d'air gênants, tel volume d'air qui peut être nécessaire pour y maintenir la salubrité et la température à un degré satisfaisant. »

Malgré le succès relatif de la ventilation des amphithéâtres du Conservatoire, nous ne pensons pas que ces dispositions soient à imiter.

Il vaudrait mieux introduire l'air par dessous les siéges des gradins, et l'extraire par le plafond. On assurerait ainsi aux auditeurs la respiration d'un air plus pur. Le comble qui sert de chambre de mélange est d'ailleurs beaucoup trop chaud en été, et il est plus convenable de pratiquer la chambre de mélange au-dessous des gradins.

Pour assurer l'échauffement de la salle avant la présence des auditeurs, on devrait pouvoir y faire circuler l'air chaud des calorifères sans produire de ventilation, ainsi qu'on l'a très-justement fait à l'Opéra de Vienne. Puis pendant la leçon on ventilerait en appelant l'air vicié au plafond, et cela en toute saison, au moyen d'une cheminée d'appel placée directement au-dessus du comble et chauffée, pendant la leçon seulement, au moyen d'une couronne de becs de gaz, qui pourrait servir à l'éclairage de l'amphithéâtre, comme on le fait depuis d'Arcet dans tous nos théâtres.

Bibliothèques publiques. — Les bibliothèques publiques réclament les plus sages précautions pour la conservation des précieux dépôts qu'elles renferment.

Il est surtout indispensable d'éviter toutes les chances d'incendie. Il faut donc rejeter ici l'emploi des calorifères à vapeur nécessitant l'emploi de générateurs en pression, toujours dangereux, même dans des mains expérimentées.

Le chauffage des salles devra être surtout concentré près du sol, sous les pieds des lecteurs. Les calorifères à circulation d'eau sans pression, se prêtent parfaitement à cet usage.

D'un autre côté, il est indispensable d'introduire de l'air pur, plus ou moins chaud, afin de fournir aux besoins de la ventilation. Les calorifères à air chaud se prêtent parfaitement à cet emploi, par la rapidité de leur échauffement qui permet de faire face à toutes les conditions variées de la ventilation pendant les différentes heures d'étude.

Enfin, il faut disposer quelques cheminées d'appel pour enlever l'air vicié et assurer la rentrée de l'air pur.

Toutes ces dispositions ont été suivies pour le chauffage et la ventilation de la grande salle de la Bibliothèque Nationale, (plans exposés en 1878, par MM. Cuau et Cie) qui peut recevoir six cents lecteurs, et elles y ont obtenu un succès complet, qui fait honneur à l'ancienne et honorable maison Cuau aîné et Cie, de Paris, qui s'était chargée de cette délicate application, qu'elle a étudiée avec un talent remarquable, et exécutée avec les soins que réclamait le plus précieux dépôt de notre littérature nationale.

Bureaux. — Le professeur Gallard a parfaitement et spirituellement exposé les conditions spéciales aux bureaux (1).

« Dans les grandes administrations, il est, comme dans toutes les habitations communes, indispensable d'avoir un double système de chauffage. En premier lieu, un calorifère général pour tout l'édifice, et, il est d'autant plus indispen-

(1) *Applications hygiéniques du chauffage et de la ventilation*, p. 49.

sable ici que les couloirs, les antichambres, les salles d'attente, reçoivent un grand nombre d'individus et que des allées et venues continuelles y assurent de fréquentes rentrées d'air venant de l'extérieur.

En second lieu, une cheminée dans chaque pièce séparée, peut compléter le chauffage de ces pièces et en assurer la ventilation.

Ici donc, rien qui diffère de ce que nous avons adopté pour les maisons d'habitation, et nous n'avons plus aucune des raisons invoquées précédemment pour exclure les calorifères à air chaud. Cependant il est un point spécial sur lequel je crois devoir attirer l'attention.

Dans un grand nombre de ces administrations, principalement dans celles où se fait un certain mouvement de fonds, l'habitude est depuis longtemps consacrée de tenir les employés éloignés du public, au moyen d'une séparation effective.

Pendant longtemps, une simple grille, un treillage à claire-voie constituait cette séparation; qui était rendue plus complète au moyen d'un rideau opaque. Plus tard, on a remplacé la grille par un vitrage, et à cela il n'y avait pas grand inconvénient, lorsque le vitrage ne s'élevait pas jusqu'au plafond; mais depuis quelque temps l'habitude paraît devoir se généraliser, de remplacer ces grillages à jour, ou ces cloisons vitrées incomplètes, par une cloison véritable, un mur percé seulement d'un guichet, à travers lequel l'employé, retiré dans son bureau, communique avec le public situé de l'autre côté. Il n'est pas douteux que cela est infiniment plus commode pour l'employé qui peut en fermant son guichet se livrer à un doux *far-niente*, recevoir des visites, ou lire son journal pendant que le bon public s'impatiente de l'autre côté de la cloison.

Mais, comme il ne paraît pas que les choses doivent être disposées de façon à permettre aux employés de fumer leur cigare dans la plus grande quiétude possible, et comme, au contraire, on doit supposer que le guichet de communication doit rester plus habituellement ouvert que fermé, il y a un inconvénient grave à le placer dans un mur plein, par cette raison que le bureau, se trouvant ainsi forcément séparé de la pièce livrée au public, ne profitera pas du chauffage de cette dernière. Il faudra donc établir dans ce bureau une cheminée, laquelle faisant appel déterminera un courant d'air rapide et désagréable, par le guichet, chaque fois que ce dernier sera ouvert. Ce courant d'air, perpétuel et très-actif, sera nuisible pour l'employé, au point de vue de sa santé comme au point de vue de son travail, car il est assez énergique pour attirer dans le feu tous les papiers placés sur la tablette ; j'en ai vu des exemples.

On ferait donc bien, toutes les fois que des employés devront être mis en communication avec le public, au moyen d'un guichet, d'installer leur bureau dans la salle même où le public est admis, en ne les séparant que par une cloison grillée, ou par une cloison incomplète, qui ne fasse pas de ce bureau et de la salle publique deux pièces séparées. »

Ateliers, usines. — Nous distinguerons deux classes d'ateliers : les usines fermées et les petits ateliers en chambre. Pour ces derniers il faut évidemment employer les procédés de chauffage et de ventilation en usage dans les maisons et appartements privés, en leur donnant bien entendu une énergie proportionnée au nombre des ouvriers et à l'insalubrité plus ou moins grande des travaux considérés.

Les grands ateliers usines sont ordinairement chauffés par des circulations de vapeur ou d'eau de condensation des machines. Ce procédé de chauffage est naturellement indiqué puisqu'on dispose toujours d'une certaine quantité de vapeur. Une précaution utile consiste à placer ces circulations au niveau du sol, car trop souvent on les suspend au plafond et alors leur rayonnement est très-

gênant pour les ouvriers, qui peuvent avoir la tête trop chaude et les pieds froids

Quand on chauffe par circulation de vapeur il faut parfois ménager des récipients pour que l'eau de condensation puisse maintenir la chaleur pendant la nuit, ainsi que l'ont conseillé et appliqué sous deux modes différents les ingénieurs (1) Tredgold et Grouvelle (2).

La ventilation des grands ateliers a été l'objet d'études nombreuses et approfondies dues à l'ingénieur de Freycinet, le savant hygiéniste auquel nous avons déjà fait quelques emprunts.

Nous croyons donc ne pouvoir mieux faire que de citer une partie de l'important chapitre qu'il a écrit sur ce grave sujet (3) :

« La ventilation est le plus puissant moyen d'assainissement des ateliers.

Un grand nombre d'opérations donnent lieu à des poussières qui en voltigeant dans les salles deviennent à la fois une cause d'insalubrité pour les ouvriers et de détérioration pour le matériel. Sans parler même des industries où ces poussières sont si abondantes qu'on a dû se prémunir contre elles pas des dispositions spéciales, il est évident que dans tous les cas l'on a intérêt à s'en garantir.

En plus des poussières, l'atmosphère des salles est chargée, dans des proportions variables, d'émanations plus ou moins malsaines. Celles-ci proviennent tantôt de la fabrication, qui laisse échapper des gaz ou des vapeurs, tantôt der mécanismes, où se volatilise une partie de l'huile destinée aux rouages, tantôt enfin des exhalaisons du personnel, d'autant plus nuisibles que les travailleurs sont plus resserrés et que leur labeur est plus actif.

Pour ces divers motifs, le renouvellement de l'air est indispensable.

On a essayé de fixer par des formules théoriques la quantité d'air qu'il était nécessaire d'introduire dans chaque atelier en un temps donné. Mais ces formules, basées sur la consommation physiologique de l'homme, n'ont, en industrie, qu'un médiocre intérêt, car les circonstances accessoires ont souvent plus d'importance que le principal. Les éléments insalubres, étrangers à l'acte de la respiration, sont habituellement impossibles à chiffrer et cependant ils peuvent exercer une influence prépondérante. Le mieux est donc, dans chaque cas, de s'en rapporter à l'observation directe pour reconnaître si le renouvellement de l'air est ou non suffisant (4).

Pour produire une ventilation naturelle dans les ateliers on peut, outre les moyens ordinaires d'aérage, utiliser le tirage naturel des cages d'escalier et des monte-charge.

Dans les bâtiments en *rez-de-chaussée*, où par conséquent le plafond se confond avec la toiture, cette circonstance donne de nouvelles facilités pour l'aérage. On peut, sans grands frais, élever sur le toit de petites cheminées qui contribuent à expulser l'air. Mais la ventilation naturelle, quelle que soit la variété des agencements, est loin de toujours suffire. D'abord il est des opérations qui dégagent des vapeurs ou des poussières en telle abondance que nonobstant un grand nombre d'orifices et des circonstances atmosphériques très-favorables, les ouvriers se trouvent encore incommodés.

En second lieu, beaucoup de travaux se prêtent mal à être exécutés dans des locaux ainsi ouverts à tous les vents. Quelques-uns même ne peuvent être menés à bien que dans des salles absolument à l'abri des poussières du dehors; on a proposé, il est vrai, en ce cas, de munir les croisées de treillages serrés, mais

(1) *Principes de l'art de chauffer.*
(2) *Guide du Chauffeur.*
(3) *Traité d'assainissement industriel*, p. 11.
(4) Au tissage d'Arlen, il a fallu porter cette ventilation à 72^{m3} par ouvrier.

alors le renouvellement de l'air devient très-faible. Enfin, pendant l'hiver, on ne saurait songer, dans les pays du nord surtout, à laisser l'air extérieur pénétrer librement dans les ateliers; il faut préalablement le chauffer et en assurer la circulation par des dispositions appropriées. Bref, en une foule de circonstances, on est forcé de recourir à la ventilation artificielle...

L'aspiration par un foyer est un procédé économique, mais dont l'emploi dépend avant tout des circonstances particulières dans lesquelles on se trouve. On n'y doit songer que si l'on dispose d'un appareil puissant, nécessité par les besoins de l'industrie, et si le volume d'air que réclame la ventilation n'est pas assez fort pour entraver le tirage. En outre, les salles à desservir doivent être peu éloignées du foyer et à un niveau notablement inférieur à celui du faîte de la cheminée. Quand ces diverses conditions se trouvent réunies, ce procédé devient fort avantageux.

C'est ainsi que M. Taunzen, à Glascow, a pu assainir, en quelque sorte sans bourse délier, plusieurs ateliers de sa fabrique d'engrais artificiels. MM. Villeminot, Huart et Cie, à Reims, ont agi de même pour leur salle de filage où les poussières sont d'ailleurs peu abondantes. Cette salle, qui ne compte pas moins de 4000^{m2} de surface, est ventilée uniquement par la cheminée des chaudières.

Dans l'agencement de la ventilation, trois choses sont à considérer: 1° La prise d'air; 2° l'expulsion dans l'atmosphère; 3° le mode de distribution dans l'atelier.

La prise d'air joue un rôle très-important. Il va de soi que l'air admis dans les salles doit être pur, et que la prise doit, par conséquent, être à l'abri des causes qui tendent à le vicier. Cette condition est connue et elle peut, en général, être réalisée ; nous ne nous y arrêterons donc pas. Mais il est un point qui, dans la pratique, donne lieu à de très-grandes difficultés : celui de la température ; car s'il est toujours possible d'introduire de l'air chaud en hiver, il l'est beaucoup moins d'introduire de l'air frais en été, surtout quand la consommation est considérable. En vain place-t-on la prise d'air dans les conditions en apparence les meilleures, comme dans une cour à l'ombre, sous des arbres, etc. L'air frais ne tarde pas à être épuisé, et celui qui le remplace arrive avec la température de l'atmosphère ambiante. Ainsi, M. Fauquet, à Oissel, alimente sa filature à l'aide d'une galerie souterraine, de 30^{m} de long et de 2^{m} de large, qui débouche sur la Seine et à l'ombre des arbres de la rive, néanmoins, au bout d'un jour ou deux, l'air aspiré est sans fraîcheur, et la galerie elle-même s'est échauffée.

De même, à la manufacture des tabacs de Nantes, on a mis à profit une vaste cave de 200^{m} de long et 4^{m} de large pour y établir l'aspiration ; mais après quelques jours la cave entière, sous l'influence du passage de l'air chaud, a pris la température de l'atmosphère extérieure.

On peut donc poser en principe que, sauf des circonstances tout à fait exceptionnelles, l'emplacement de la prise a peu d'effet sur la température de l'air introduit. Pour y suppléer, il faut recourir à un rafraîchissement artificiel, exercé sur l'air ou sur les parois des ateliers.

L'expulsion de l'air des salles, second point mentionné dans l'agencement de la ventilation, mérite grande considération, car elle doit avoir lieu de manière à n'incommoder ni les ouvriers ni les voisins. Quand il ne s'agit que de se débarrasser d'un air respiré et plus ou moins vicié par des gaz ou des vapeurs, il suffit, en général, de l'évacuer au-dessus du toit des ateliers. L'agitation de l'atmosphère extérieure en détermine promptement la diffusion, et aucun inconvénient n'est à redouter. Mais quand cet air est fortement chargé de poussières, ainsi que cela à lieu dans plusieurs industries, celle des matières textiles, de la papeterie, de la tannerie, etc.; on est exposé à ce que les impuretés

retombent et rentrent dans les ateliers par les croisées ouvertes; c'est ce qui arrive, par exemple, dans la magnifique filature de la Lys, à Gand.

L'atelier de cardage du lin a été parfaitement assaini, grâce à une ventilation puissante, mais les poussières expulsées dans cinq puits ouverts au milieu de la cour, ne s'y trouvent pas suffisamment arrêtées et, quand le vent souffle, elles sont emportées dans les salles voisines. Il est donc nécessaire, en pareil cas, de prendre certaines précautions. Le problème se résout de lui-même dans les fabriques où les poussières ont de la valeur; car alors on s'occupe tout naturellement de les recueillir, même au prix d'installations perfectionnées. Mais nous parlons ici des poussières inutilisables pour lesquelles, par conséquent, on veut éviter les frais.

Nous avons vu réussir trois dispositions différentes, qu'on peut appliquer suivant les circonstances.

La première, qui est peut-être la plus pratique et la plus sûre, consiste à décharger le courant impur dans un local assez vaste pour que la vitesse y soit très-faible : les débris se déposent alors, à l'instar de ce qui se passe pour l'eau trouble, dans les grands bassins de décantation. Ce procédé fonctionne parfaitement dans la filature de M. Saladin, à Nancy. La chambre à poussières y est constituée par une cave de 50^{m} de long et de 13^{m2} de section; la vitesse est ainsi très-ralentie, et l'air se débarrasse entièrement avant d'atteindre l'orifice de sortie. Quand on ne dispose pas d'un local aussi vaste, on peut y suppléer jusqu'à un certain point, en interposant sur le parcours de l'air un ou plusieurs treillages serrés, destinés à intercepter les filaments. Mais cette disposition, pour être tout à fait efficace, conduit à multiplier les treillages ou à les avoir très-serrés, ce qui peut faire naître une contre-pression nuisible au jeu des ventilateurs.

Le second procédé se résume à mettre la chambre à poussière en relation avec une cheminée d'appel et préférablement avec la cheminée même des appareils à vapeur, laquelle offre plus de tirage. On objecte à ce moyen le danger d'incendie; mais il serait facile de le prévenir en interposant quelques toiles métalliques avant l'entrée dans la cheminée.

Le troisième procédé efficace consiste à faire tomber dans la colonne d'air une pluie serrée, avant l'orifice de sortie; la plus grande partie des débris est ainsi entraînée vers le sol.

Reste enfin la question de la distribution de l'air dans les salles, ou si l'on préfère, de son mode de circulation. Quelques règles générales sont à observer.

La première, c'est que l'entrée de l'air soit placée le plus loin possible du point où s'engendrent les impuretés, et la sortie le plus près possible. La raison en est simple; c'est afin de ne pas porter ces impuretés sur les autres travailleurs. Ainsi dans les filatures où on réunit le filage aux opérations préliminaires, l'air doit circuler des métiers aux batteurs ou aux cardes, et non des cardes aux métiers.

En second lieu, il convient d'introduire l'air froid au niveau du plancher et non pas en haut, afin de soustraire les ouvriers aux fâcheux effets qui résulteraient de la descente d'un air froid sur la tête. Cette disposition se concilie avec l'économie, en ce qu'elle permet de loger les conduites dans le plancher et d'éviter les frais de pose.

En troisième lieu, les appareils de chauffage doivent fonctionner le plus près possible des bouches d'introduction, si même ils ne les absorbent. C'est une faute que l'on commet dans certains ateliers, d'admettre l'air au niveau du plancher et de placer en même temps des tuyaux d'eau chaude et de vapeur à un ou deux mètres au-dessus et exclusivement le long des murs; car de la sorte, les

ouvriers ont trop chaud à la partie supérieure du corps et trop froid à la partie inférieure; en outre, ceux qui travaillent au milieu de la salle profitent très-peu de la chaleur.

Le principe de l'introduction de l'air pur par en bas souffre cependant une exception; c'est quand les émanations ou poussières sont lourdes et en même temps assez dangereuses pour qu'il importe d'y soustraire immédiatement les ouvriers. Il est alors avantageux de faire circuler l'air de haut en bas pour rabattre plus sûrement les impuretés. Mais on doit se prémunir, en pareil cas, contre le danger de la descente d'une atmosphère froide sur la tête des travailleurs; il devient utile de chauffer l'air introduit.

Pour montrer la diversité des solutions à laquelle on est conduit en industrie, nous citerons trois exemples empruntés à de très-grands ateliers. Ces exemples sont relatifs : l'un à une atmosphère à peu près exempte de poussières, l'autre à une atmosphère moyennement chargée, et le troisième, à une atmosphère extrêmement chargée.

Le premier exemple est celui d'un atelier à confectionner les cigares, dans la manufacture de Nantes. Dans ces sortes d'ateliers, il se produit effectivement très-peu de poussières, mais on a à se prémunir contre les émanations de tabac humecté et surtout contre celles qu'engendre la grande agglomération des personnes. Le système de ventilation est mixte et basé à la fois sur le principe du chauffage et sur celui de la propulsion mécanique. L'air pur est puisé au dehors par des ventilateurs; il circule entre les solives du plancher et est émis dans l'atelier par des bouches de poêles chauffés pendant l'hiver; les orifices de sortie sont situés sur le plancher même; les conduites de dégagement, semblables à celles d'admission et ménagées comme elles entre les solives, se rendent à des cheminées d'appel au-dessus des toits. La prise d'air a lieu, comme nous avons dit, dans une grande cave qui permet, le cas échéant, de marcher à l'air frais pendant quelques jours.

Le second exemple est celui de la filature en rez-de-chaussée de M. Octave Fauquet, à Oissel, que nous avons déjà eu occasion de citer. La salle principale abritant à la fois le cardage et le filage mesure 6,000 mètres de surface; c'est pensons-nous, la plus grande de France.

La présence des cardes l'expose à un degré moyen de poussières dont il importe de préserver le département du filage. Une aération énergique est obtenue au moyen de deux ventilateurs centrifuges. Ils sont placés chacun dans une galerie souterraine et agissent aux deux extrémités de la salle, l'un pour introduire l'air, l'autre pour le rejeter. La circulation s'effectue à l'aide de conduites logées sous le plancher et munies de trente orifices grillés, dont moitié pour l'entrée et moitié pour la sortie. Le jeu des appareils peut être renversé à volonté et par conséquent la circulation peut avoir lieu dans un sens ou dans l'autre; mais selon une remarque antérieure, c'est le ventilateur placé près des cardes qui agit ordinairement pour expulser, afin de ne pas renvoyer les poussières sur le filage.

Le troisième exemple, qui est celui d'un atelier très-chargé de poussières, est fourni par la salle de cardage de la grande filature de lin de la Lys, à Gand. Cet établissement est peut-être celui où l'on s'est le plus préoccupé d'assainir cette opération, pratiquée d'ordinaire dans de si mauvaises conditions.

Toutes les machines à carder sont réunies dans une même salle de grandes dimensions percée de croisées sur les deux longs côtés. Pendant l'été, les cardes fonctionnent à l'air libre, les croisées étant ouvertes en grand. Mais pendant l'hiver, elles sont recouvertes d'une enveloppe bien close communiquant à un large canal souterrain qui longe l'atelier et dans lequel agit un ventilateur puissant. Les débris sont expulsés dans des puits creusés au milieu de la cour.

Indépendamment de cette disposition, il existe près de chaque machine un tuyau vertical qui communique au même canal et dont le rôle est d'aspirer les poussières qui voltigent auprès des cardes. D'autre part, un ventilateur moins puissant, situé entre le plafond et le comble, aspire l'air dans la région supérieure de la salle et le lance au-dessus du toit; et tout récemment encore on a dû installer deux petits ventilateurs supplémentaires, aux extrémités de l'atelier, où l'aspiration se montrait insuffisante.

Ainsi aux trois exemples que nous venons de citer correspondent trois solutions différentes. Pour une atmosphère très-peu chargée, on s'est borné à refouler l'air, l'aspiration étant presque nulle, puisqu'elle ne résulte que d'une cheminée d'appel peu élevée.

Pour une atmosphère plus chargée, on a employé à la fois le refoulement et l'aspiration mécanique, mais il a suffi de deux centres d'action éloignés.

Enfin, pour une atmosphère extrêmement chargée, on a employé exclusivement l'aspiration mécanique, mais en multipliant beaucoup les points d'action, afin de compenser la prompte diminution d'effet qui s'observe à mesure qu'on s'éloigne de chacun d'eux.

Ces solutions n'ont, bien entendu, rien d'absolu, et il ne serait pas difficile de citer des industries qui, placées, par exemple, dans le deuxième cas, ou même dans le premier, empruntent le mode de ventilation du troisième.

Toutefois, on trouve là une indication générale, conforme à la pratique la plus généralement suivie.

Ventilation du tissage d'Arlen. — MM. Ten Brink ont établi dans leur atelier de tissage, le système suivant, qui fonctionne bien depuis plusieurs années (1).

Sous des ventilateurs accouplés au nombre de 4, fournissant ensemble 240^{m3} d'air par minute, on a placé de grandes caisses en bois, dans lesquelles s'entrecroisent une série de lattes ; sur ce treillis, arrive lentement et constamment un courant d'eau froide en été, chaude en hiver; on conçoit quelle violente évaporation se produit sur les claies humides sous l'action des ventilateurs, et quelle quantité d'air raffraîchi ou chauffé est lancé dans les salles.

La puissance des ventilateurs est de 240^{mc}. par 1', soit 14,400 ^{mc}. par heure, soit 72^{mc} par heure pour chacun des 200 ouvriers.

Ce grand courant d'air ne nuit pas au travail, et c'est grâce à lui qu'on a pu obtenir des moyennes de 22° en été et de 15° en hiver ; cette température d'hiver est facilement obtenue en faisant arriver sur les claies l'eau de condensation des machines, et cela suffit pour entretenir dans les salles une température convenable, sans qu'il soit besoin de recourir à d'autres systèmes de chauffage.

Dans le début de cette installation on n'avait installé qu'un ventilateur, et ce n'est que successivement qu'on est arrivé au chiffre 4, la ventilation ayant été jusque-là toujours insuffisante, et elle n'a produit de bons effets qu'arrivée au volume de 72^{mc}. par ouvrier.

MM. Dolfus-Mieg, à Dornach, sont arrivés à la même conclusion après leurs expériences de ventilation par l'air comprimé (2) : Ventiler peu *ne sert à rien*, ventiler beaucoup, devient efficace et salutaire.

Waters-closet des usines. — Une particularité sur laquelle il nous sera permis de dire quelques mots, parce qu'elle influe beaucoup sur la salubrité, est

(1) *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse. 1878*, p. 581.
(2) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, janvier 1877.

relative aux cabinets d'aisance, qui, dans bien des fabriques, sont situés tout à côté des ateliers et souvent même n'en sont séparés que par une porte dormante. Cette disposition prise en vue de ménager le temps des ouvriers et de prévenir les désordres, a le grand inconvénient de donner des odeurs aux salles, d'autant plus que ces sortes de locaux sont, en général, fort mal tenus. S'il est difficile, avec les habitudes du personnel, d'arriver à des conditions tout à fait satisfaisantes, on peut du moins par quelque procédé technique, diminuer beaucoup les émanations

Un moyen fort simple et très-efficace, qu'il est presque toujours possible d'appliquer, consiste à mettre le tuyaux de chute en communication avec une cheminée de l'usine. A défaut de ce moyen, on peut réaliser une aspiration à l'aide de quelque combustion lente et sans flamme, afin d'éviter les explosions du gaz des fosses.

En temps d'épidémie et, pour certaines industries, en tout temps, il peut être nécessaire de recourir à des agents chimiques pour détruire l'infection. Parmi les réactifs déjà anciens, le chlorure de chaux pour les lavages ou le saupoudrage; le chlorure gazeux et l'acide sulfureux pour les fumigations, paraissent être encore ce qu'il y a de mieux. Parmi les réactifs nouveaux on peut recommander le perchlorure de fer, le phosphate acide de magnésie, l'acide phénique et les composés qui le contiennent.

Les substances phéniquées surtout, même à très-faibles doses, paraissent destinées à rendre de grands services.

Les simples lavages à l'eau de goudron minéral, conseillés par le savant docteur Lemaire, produisent d'excellents effets, à cause de l'acide phénique contenu dans le goudron.

Une des préparations les plus appréciées, en Angleterre, est un mélange de phénate de chaux et de sulfate de magnésie, imaginé par le docteur Angus Smith, de Manchester, et connu sous le nom de composé Mac Dougall.

En résumé, dans tous les ateliers où à cause, soit d'une épidémie régnante, soit d'une grande agglomération de travailleurs, soit enfin de la présence de matières organiques sujettes à décomposition, on a lieu de redouter une infection plus ou moins sérieuse, on ne doit pas hésiter à recourir à des agents chimiques, et parmi ces agents, ceux que nous conseillons dans le plus grand nombre de cas, sont :

1º Pour les fumigations, le chlore gazeux et l'acide sulfureux; 2º pour les lavages, le chlorure de chaux et les composés phéniqués.

Il nous faudrait des volumes pour décrire les dispositions spéciales à chaque industrie et la place nous manque ici pour donner d'autres détails sur la ventilation et l'assainissement des ateliers. Nous rappellerons cependant que cette ventilation est toujours indispensable, dans l'intérêt du chef de l'établissement comme dans celui de ses employés, nous en avons donné la preuve convaincante en parlant de la ventilation de l'atelier d'Orival, où les bons effets de l'assainissement ont été démontrés d'une façon saisissante; nous n'insisterons donc pas plus longtemps sur cette important chapitre d'hygiène publique.

Casernes. Postes. En traitant de la nécessité de la ventilation, nous avons déjà exposé les heureux résultats obtenus, en Angleterre, par la réforme du casernement, et fait voir que la mortalité générale de l'armée anglaise était descendue de 17,5 à 7,72 par mille, après cette réforme.

Or, en France, la mortalité de l'armée est évaluée au *double* de la mortalité civile, par les professeurs du Val-de-Grâce, dont la compétence est entière sur ce sujet.

Le professeur Marvaud l'explique ainsi : (1)

« Mais quand à l'exemple du professeur Vallin, (2) on recherche non pas si la mortalité du soldat est égale à celle du milieu (grandes villes) dans lequel il vit, mais bien : Si l'homme, en devenant soldat, garde les chances de vie qu'il aurait eues loin du service, on constate, qu'il perd la moitié de ces chances par le fait même de la profession militaire; en d'autres termes que la mortalité militaire est, par rapport à la mortalité civile dans les proportions de 2 à 1. »

Cette effrayante conclusion des savants professeurs du Val-de-Grâce, indique hautement qu'il est urgent de prendre les mesures les plus propres à empêcher l'encombrement, l'insalubrité et le méphitisme des salles de caserne, qui engendrent et propagent les maladies les plus funestes.

Le professeur Michel Lévy, décrit ainsi le manque d'aération des casernes : (3)

« En temps de paix, le soldat loge dans des casernes où les réglements actuels lui allouent un espace et un volume d'air tout à fait insuffisants, 12^{m3} dans les casernes d'infanterie, 14 dans celles de cavalerie. Les idées nouvelles sur la ventilation et le chauffage des édifices publics n'ont guère jusqu'ici pénétré dans les habitations militaires. Dans beaucoup de villes, on remplace les anciennes constructions de Vauban et les bâtiments mal appropriés, par des casernes monumentales, où de grands progrès sans doute ont été réalisés ; mais on peut leur reprocher leur immense étendue, qui oblige parfois 1700 hommes à vivre sous le même toit, (4) dans ce contact incessant qui favorise la propagation des maladies transmissibles. Trop souvent encore il y a à la fois encombrement, confinement et méphitisme. Les chambres où les lits sont accumulés et trop rapprochés, servent dans le jour de salles de réunion pour les repas, les revues de détail, les exercices les jours de pluie ; etc. La nuit elles servent de dortoirs.

La ventilation y est naturelle, c'est à-dire insuffisante ; en hiver, les chambres, chauffées au moyen d'un poêle, sont tenues hermétiquement closes pour empêcher la déperdition du calorique ; les latrines mal tenues, mal installées où trop rapprochées, infectent souvent les salles ; chaque homme conserve près de lui les différentes pièces de son équipement, et parfois la sellerie et le harnachement, ses chaussures, ses vêtements imprégnés d'émanations malfaisantes : pendant l'hiver au milieu de la nuit, dans les casernes de cavalerie surtout, le méphitisme atteint d'ordinaire des proportions d'autant plus fortes que la propreté et les soins de la peau laissent plus à désirer. »

Le professeur Marvaud, du Val-de-Grâce, insiste également sur ce confinement prolongé et sur l'absence de ventilation (5).

« Une autre cause qui vient encore augmenter les effets de l'encombrement dans les casernes, c'est l'absence ou l'insuffisance de ventilation. Pendant le jour, celle-ci peut être assurée, il est vrai, dans une certaine mesure par les ouvertures naturelles, portes et fenêtres et surtout par les entrées et sorties des hommes.

Mais l'hiver, quand le temps est rigoureux, l'aération par les portes et fenêtres se fait beaucoup plus difficilement ; aussi l'air des chambres acquiert rapidement une odeur tellement forte qu'il indique suffisamment à la personne qui y pénètre les produits délétères qu'il renferme.

Pendant la nuit et dans les temps froids, la ventilation devient impossible,

(1) *Etude sur les casernes.* p. 21.
(2) *Annales d'hygiène* 1868.
(3) *Traité d'hygiène*, tome II p. 805
(4) La caserne de la Part-Dieu, à Lyon, peut loger 5000 hommes! (Marvaud).
(5) *Etude sur les casernes* p. 12.

les chambres restant complétement fermées de sept heures du soir à six heures du matin, soit pendant onze heures environ.

Rien n'est alors plus désagréable que de pénétrer le matin dans ces vastes salles où les hommes sont couchés en grand nombre, au milieu d'une atmosphère fétide, malsaine et imprégnée des odeurs les plus repoussantes et des émanations les plus délétères. Il n'est pas d'officier et de médecin, dans l'armée, qui ne connaisse l'effet désagréable et fâcheux que produit, sur une personne qui n'y est pas habituée, l'entrée dans une chambrée au moment du réveil.

Il est vrai que divers procédés ont été proposés pour remédier à l'insuffisance de la ventilation naturelle dans les casernes; quelques-uns ont même été appliqués dans la plupart des casernes modernes : Mais il faut avouer que le plus souvent, ces procédés ont été laissés de côté, soit par indifférence, soit par crainte de dépenses trop considérables. Aussi la plupart de nos casernes sont encore aujourd'hui dépourvues de moyens suffisants de ventilation. »

Les casernes d'Angleterre sont maintenant chauffées et ventilées au moyen de cheminées ventilatrices système Belmas, type Douglas-Galton ; la ventilation obtenue est excellente, mais il n'en est pas de même pour le chauffage dont l'insuffisante énergie a donné lieu à des plaintes des soldats anglais (1), la chaleur des chambres ne pouvait, en certains hivers, atteindre 10 degrés, même avec un feu vif (2).

A plus forte raison ce type de cheminée ne peut être appliqué en France, où le combustible est plus cher qu'en Angleterre.

La cheminée est cependant indispensable dans les chambres de caserne. Elle seule permet, en effet, une ventilation directe et active, et, même quand elle est sans feu, elle donne encore lieu à une ventilation naturelle très-utile. Elle seule peut procurer aux soldats le moyen rapide et salubre de sécher leurs habits et chaussures, en enlevant promptement et complétement la vapeur d'eau produite. Ce qu'on ne peut obtenir avec les poêles.

La nécessité absolue d'une cheminée pour les chambres de caserne étant démontrée par la grande expérience faite en Angleterre, on doit choisir la plus économique au point de vue de l'utilisation du combustible.

Ceci étant admis, il est alors aisé de voir que l'emploi de notre système de cheminée économique, du type simple, se trouve ici tout naturellement indiqué pour les chambres de caserne; ainsi que pour les postes et corps de garde, où il est nécessaire de réchauffer doucement les sentinelles qui rentrent après leur faction, et non violemment, comme on le fait presque toujours avec des poêles de fonte portés au rouge; ce qui cause de brusques transitions fort dangereuses dans les deux sens et justement condamnées par le professeur Michel Lévy (3).

L'introduction d'appareils de chauffage et de ventilation dans les casernes, nécessitera, il est vrai, une certaine dépense d'établissement et d'entretien, mais quand on considère les résultats admirables obtenus en Angleterre, nous croyons qu'on ne saurait hésiter.

Le professeur Morache, conclut ainsi à ce sujet (4).

« Ces dépenses seront bien vite compensées largement par le pays, qui profitera de l'augmentation de la population. Car quand un homme arrivé à la pleine maturité de ses facultés morales et physiques, vient à succomber, le pays fait une perte sèche, absolue, que rien ne compense; cet homme, cet être productif, a été enlevé au moment même où, par son travail, il allait pouvoir ren-

(1) *Etudes sur la ventilation*, général Morin, tome I, p. 90.
(2) Blondel et Ser. *Hôpitaux de Londres*. p. 186.
(3) *Traité d'hygiène*, tome I, p. 610.
(4) *Traité d'hygiène militaire*, p. 279.

dre à la société ce qu'il lui avait coûté pendant son enfance et sa jeunesse encore improductive ; sa mort est une banqueroute sans espoir de dividende. Dans notre société actuelle, on commence à comprendre ces grandes vérités économiques, on les comprend même fort bien lorsqu'il s'agit des animaux considérés comme des capitaux vivants ; mais lorsqu'il s'agit des hommes eux-mêmes, on semble en moins apprécier l'importance et surtout on ne pousse pas la logique jusqu'à l'application.

Dans la vie civile, l'application des règles de l'hygiène est un devoir, sans doute, mais chacun est libre cependant, et, s'il ne porte préjudice à l'intérêt de tous, on ne saurait l'obliger à vivre de telle ou telle façon, à suivre telles ou telles règles ; dans la vie militaire, il n'en est plus de même ; en levant des armées pour notre défense, nous, société, contractons des obligations envers elles, et ces obligations sont précisément d'accord avec nos intérêts généraux, nous devons donc les remplir, quelques charges apparentes qu'elles entraînent.

Au point de vue des habitations, la science démontre les dangers de l'agglomération, l'influence qu'elle exerce sur la mortalité du soldat ; il est donc indispensable de la combattre avec résolution ; l'armée ne marchande jamais devant ses devoirs, ne lui marchandons pas la santé. » (1)

Casemates. Les logements à l'épreuve destinés à protéger les troupes assiégées, sont aujourd'hui presque partout construits sous le rempart, dans les courtines.

Déjà peu saines autrefois, quand cependant elle pouvaient être aérées directement par des meurtrières percées dans le mur d'escarpe, les casemates de rempart deviennent très-insalubres depuis que les perfectionnements de l'artillerie ont forcé le génie militaire à renoncer à cette disposition : Car elle exposait l'intérieur des casemates aux projectiles de l'assiégeant, après la démolition du mur d'escarpe, comme il est arrivé au fort d'Ivry pendant le siège de Paris, en 1870-71.

On a donc interposé entre le mur d'escarpe et le mur de tête de la casemate, une forte épaisseur de terre, ce qui supprime toute aération et tout éclairage au fond de la casemate, et introduit, de plus, une nouvelle cause d'humidité.

Ce modèle de casemate conserve cependant encore quelques ouvertures d'aération directe du côté de la place, ouvertures qu'il faut pourtant masquer, en temps de siége, par des madriers s'opposant à l'entrée des éclats d'obus.

Ce type de casemate déjà si difficile à ventiler n'est cependant applicable qu'aux fronts d'enceinte ou de forts non exposés à des feux de revers ; le capitaine du génie Grillon, dit, en effet (2) :

« Pour les forts isolés ou autres ouvrages qui peuvent recevoir des projectiles de tous côtés, il sera sans doute nécessaire de réduire beaucoup la hauteur des casemates, et d'en défiler la façade au moyen de parados élevés, ou même de les envelopper de terre sur toutes leurs faces, sauf à adopter pour l'intérieur de ces casemates *un éclairage artificiel*, et des moyens de ventilation et de chauffage, dont les détails n'ont encore été qu'*incomplètement étudiés.* »

On a déjà compris toute l'insalubrité de pareils logements, *obscurs*, complétement entourés et couverts de terre humide, qui trop souvent infiltre d'eau leur voûtes et leurs murailles épaisses, et dépourvus enfin de toute aération naturelle.

Ces locaux sont cependant indispensables en temps de siége pour assurer le repos nécessaire aux défenseurs. Il faut donc analyser et étudier à fond tous ces inconvénients et tâcher de les faire disparaître au moins en partie.

(1) Le congrès international d'hygiène, de 1878, s'est hautement prononcé en faveur de l'introduction des cheminées ventilatrices dans les chambres de caserne. Séance du 10 août 1878 ; discussion sur la salubrité des casernes, par la cinquième section, après l'intéressante et savante communication de l'ingénieur Tolet, sur l'hygiène des casernes.

(2) *Mémorial du génie*, 1874, p. 147.

Le professeur Morache, du Val-de-Grâce, s'exprime ainsi sur l'hygiène des casemates :

(1) « Les casemates ou autres abris de ce genre sont essentiellement défectueux au point de vue de l'hygiène, toutes les causes d'insalubrité s'y réunissent à l'envi; les principales sources de danger consistent dans la difficulté de *l'assèchement*, de la *ventilation*, de *l'éclairage* et du *chauffage*.

La ventilation des casemates ou abris fortifiés est singulièrement compliquée par ce fait que tout orifice peut permettre au besoin l'entrée des projectiles et diminuer la sécurité non moins que la solidité de l'habitation ; en conséquence, les fenêtres, même sur la face opposée à l'attaque, ne sont pas toujours admissibles et sont uniquement remplacées par des meurtrières destinées à la mousqueterie. La ventilation qu'elles procurent étant totalement insuffisante, il est prudent de disposer des cheminées d'appel pour entraîner l'air au dehors ; à l'entrée de ces cheminées, qui doivent s'ouvrir très-largement, on établira un foyer avec grille ouverte; dans les cas d'encombrement, ou lorsque les abris seront remplis de la fumée de la poudre, comme pendant un combat, il sera nécessaire d'y allumer un grand feu pour activer puissamment le courant ascensionnel. Ces dispositions ont été appliquées avec succès dans certaines constructions militaires, au fort de Bitche en particulier, où trois étages de casemates se trouvent disposés au-dessus de la plate-forme du fort. Les cheminées d'appel ont fonctionné avec avantage pendant les péripéties d'un long siège (1870-71); les quelques casemates pourvues de cheminées, avec foyer intérieur, ont toujours joui d'une salubrité parfaite, aucun accident d'encombrement n'y a été signalé, et cependant elles étaient habitées par une garnison fort nombreuse; dans les casemates, au contraire, simplement aérées par des meurtrières, l'on pouvait constater chez les habitants, des signes non équivoques d'un manque d'air suffisamment réparateur, et ceux de l'empoisonnement par les miasmes humains. Malgré le danger auquel on exposait les hommes, il devint indispensable de faire évacuer ces locaux pendant plusieurs heures de la journée.

Le second danger des casemates est constitué par l'humidité, due soit à l'*absence de ventilation*, soit au mode de construction...

Le chauffage des casemates peut s'opérer, soit au moyen de poêles au bois et au charbon, soit au moyen de larges cheminées ouvertes qui servent également à la ventilation; ce dernier système est de beaucoup *le meilleur*.

L'éclairage des casemates est toujours *insuffisant*, pour la même raison que la ventilation; aussi devient-il nécessaire d'y entretenir presque constamment des lanternes ou autres sources de lumière artificielle, qui contribuent également à vicier l'atmosphère ambiante; en un mot toutes les conditions d'insalubrité semblent s'y donner rendez-vous; il importe donc de les combattre avec plus de méthode que partout ailleurs, si l'on ne veut voir la garnison s'affaiblir par les maladies, tout au moins perdre cette vigoureuse santé qui est indispensable aux défenseurs d'une place assiégée. »

Après cette savante et complète analyse, il est aisé de voir que, *seule* la *cheminée* à foyer découvert répondra à tous les besoins signalés par le professeur Morache; elle permettra d'abord un asssèchement facile en enlevant la vapeur d'eau qui sera sûrement dispersée dans le grand volume d'air extrait; puis elle procurera le chauffage le plus salubre qu'on connaisse, qui donnera aussi aux soldats un moyen facile de sécher leurs habits; elle produira en outre un éclairage permanent exempt de toute émanation nuisible.

Enfin elle *seule* permet d'établir une ventilation puissante et hygiénique, dont

(1) *Traité d'hygiène militaire*, 1874, p. 428.

les heureux effets ont été affirmés, d'une façon remarquable, par l'expérience du fort de Bitche.

Nous voyons donc que l'emploi de la cheminée à foyer découvert est absolument nécessaire à l'hygiène des casemates ; mais, et surtout en temps de siège, le combustible est parfois rare, et il faut l'économiser avec soin. D'où l'emploi tout indiqué de la cheminée qui l'utilisera le mieux.

On est donc encore conduit logiquement ici, à employer notre système de cheminée à haute utilisation, du type le plus simple, pour la ventilation énergique et le chauffage hygiénique de tous les genres de casemates.

Hôpitaux. — La ventilation des hôpitaux a été depuis près d'un siècle l'objet de travaux considérables, de la part des savants et des constructeurs, et, malgré ces nombreux efforts, on peut certainement affirmer qu'elle n'est point encore résolue par les appareils et les systèmes actuellement mis en usage en France.

Dès l'année 1786, les savants Bailly et Lavoisier signalaient ainsi, à l'Académie des Sciences, l'urgence de ventiler et d'assainir l'Hôtel-Dieu de Paris : (1)

« L'air qui circule à l'Hôtel-Dieu d'une extrémité des salles à l'autre, et du rez-de-chaussée au quatrième étage, n'est qu'une grande masse d'air corrompu. L'air extérieur n'y pénètre que difficilement et lentement ; il y a peu de croisées, rarement elles sont opposées pour chasser directement l'air altéré des salles, il faut qu'il circule, qu'il fasse de longs détours avant de sortir ; et l'air du dehors, qui a le même chemin à faire, n'arrive dans certaines salles que chargé de la corruption de toutes les autres ; c'est la grande cause de l'insalubrité de l'Hôtel-Dieu.

Nous avons un témoignage qui dépose du danger de l'infection de l'air, c'est celui de Dionis, démonstrateur d'anatomie sous Louis XIV, et premier chirurgien de Madame la Dauphine : A Paris dit-il, le trépan est assez heureux, et encore plus à Versailles, où l'on n'en meurt presque point ; mais les trépanés périssent tous à l'Hôtel-Dieu de Paris, à cause de l'infection de l'air qui agit sur la *dure-mère* et qui y porte la pourriture.

Quant aux femmes en couches, la mauvaise disposition des salles ne peut que leur être funeste ; aussi voit-on qu'il en périt un grand nombre ; Vesou, médecin de cet hôpital, indique le défaut de la situation des salles, et attribue cette grande mortalité aux vapeurs infectes qui s'élèvent de la salle des blessés...

Le pays le plus sain est le pays où l'on vit le plus longtemps ; l'hôpital le plus insalubre est celui qui perd le plus de malades en proportion de ceux qu'il a reçus, il perd plus d'hommes, parce qu'il oppose plus d'obstacles à leur guérison, parce qu'il réunit plus de causes d'insalubrité.

Nous allons donc déterminer la mortalité de plusieurs hôpitaux pour la comparer à celle de l'Hôtel-Dieu :

Tableau de la mortalité des différents hôpitaux.

Hôpital :	d'Édimbourg	1 mort sur	$25\,{}^{1}/_{2}$
—	Saint-Esprit à Rome	1	11
—	Lyon	1	$11\,{}^{2}/_{3}$
—	autre à Lyon	1	$13\,{}^{2}/_{3}$
—	Saint-Denis	1	$15\,{}^{1}/_{3}$
—	Versailles	1	$8\,{}^{2}/_{3}$
—	Saint-Sulpice à Paris	1	$6\,{}^{1}/_{2}$
—	Charité à Paris	1	$7\,{}^{1}/_{2}$
—	Hôtel-Dieu de Paris	1	$4\,{}^{1}/_{2}$

(1) *Œuvres de Lavoisier*, t.III , p. 646.

Cette grande mortalité est la suite des causes d'insalubrité que nous avons remarquées; elle est la démonstration complète de l'action de ces causes et des effets funestes qui en résultent. »

Pour réaliser une ventilation méthodique, Bailly et Lavoisier, proposaient les dispositions suivantes :

« Mais nous avons pensé que la chambre la plus aérée ne peut l'être qu'autant qu'on en ouvre les fenêtres, et, lorsque le froid se fait sentir, nous savons bien qu'elles restent presque toujours fermées, quoiqu'on ordonne de les ouvrir à certaines heures. Il faut donc procurer un renouvellement d'air qui n'incommode ni les malades, ni ceux qui les servent, et qui se fasse de lui-même.

Nous observerons que les ventouses d'Angleterre sont simples, et seulement au plancher supérieur; celles que nous avons dessein de faire seront doubles; les unes au plancher inférieur, et les autres au plafond pour leur correspondre.

Si l'on veut que la circulation soit complète, il ne suffit pas de ménager à l'air intérieur une issue pour sortir, il faut encore ouvrir à l'air du dehors un passage, pour entrer et pour chasser l'air du dedans. On pourrait même perfectionner ce moyen de renouvellement et en obtenir un avantage de plus : ce serait de faire passer le tuyau qui apporte l'air du dehors à travers un poêle, et pendant l'hiver l'air renouvelé serait à la fois pur et chaud. »

Ces dispositions ingénieuses ne furent point mises en usage; les temps troublés de cette époque ne permirent pas de réaliser les projets de ces deux savants illustres, qui payèrent de leur tête l'audace de s'être occupés des hautes questions d'hygiène publique!

De l'année 1786 il faudra nous reporter à l'année 1840, pour trouver, en France, une trace de projet de ventilation d'hôpital. A cette époque, le savant D'Arcet, étudia un projet de ventilation pour l'hôpital Necker, à Paris, mais il constate lui même (1) qu'aucune suite ne fut donnée à ce projet.

En 1843 (2) Péclet constate qu'il n'y avait encore en France, qu'un seul hôpital, celui d'Alais, qui fût pourvu d'appareils de ventilation, dont il ne donne pas la description.

Le système Duvoir fut essayé en 1847 à l'hospice de Charenton, mais la ventilation par les cendriers de fourneaux ne réussit point.

Ce ne fut qu'en 1846 qu'on se décida enfin, à Paris, à essayer l'application d'un système général de ventilation et de chauffage, ainsi que le constate Husson, ancien directeur de l'assistance publique; cet essai fut suivi de quelques autres, dont nous empruntons la description succinte au grand travail de Husson (3):

« Aussitôt que se produisit le système Duvoir, qui unissait le chauffage à la ventilation, l'administration s'empressa de traiter avec l'inventeur, et, en 1846, elle appliquait son double appareil de chauffage et de ventilation à l'un des pavillons de l'hôpital Beaujon, où il devint bientôt pour les savants un objet d'observations et d'études.

La construction de l'hôpital Lariboisière fournit une occasion de renouveler ces expériences. On sait que l'autorité supérieure, indécise sur le système auquel elle devait donner la préférence, décida que les deux qui présenteraient les meilleures garanties de bonne exécution seraient appliqués concurremment.

Etablis en 1853 dans cet hôpital, les appareils de ces deux systèmes y ont depuis constamment fonctionné.

Dans les pavillons de droite sont placés les appareils à vapeur construits par Farcot (système fusionné des ingénieurs Thomas, Laurens et Grouvelle), procu-

(1) *Annales d'Hygiène*, 1842.
(3) *Traité de la chaleur*, tom. II p. 460.
(2) *Étude sur les Hôpitaux*. p. 55.

rant le chauffage et la ventilation des salles par *insufflation*, au moyen de machines ventilantes, pl. VI.

Dans les pavillons de gauche sont les appareils *aspirateurs* à circulation d'eau chaude, de l'invention de Duvoir Leblanc, avec chaleur d'appel et chambre à air dans le comble de chaque pavillon, pl. VI.

Chacun de ces systèmes, aux termes de l'engagement des constructeurs, doit procurer une température moyenne de 16 à 18° dans les salles, et une ventilation soutenue de 60 M³ par heure et par malade. Il a été depuis constaté, à la suite d'un travail de comparaison, que l'application simultanée des deux systèmes était à l'avantage de celui de Laurens, Thomas, et Grouvelle, qui donnait un chauffage satisfaisant et une ventilation de jour et de nuit de 90 M³ par heure et par malade ; tandis que le système Duvoir, avec égalité de chauffage, ne procurerait, suivant Grassi, que 30 M³ par malade et par heure.

Enfin, un troisième système, dont un belge, le docteur Van-Hecke, est l'inventeur, celui de la ventilation par insufflation et de chauffage par calorifères à air chaud, a été plus récemment expérimenté à Beaujon et à Necker.

Ainsi les trois principaux systèmes de chauffage et de ventilation actuellement connus sont appliqués dans les hôpitaux civils de Paris.

Tous les trois, aux termes des marchés passés avec les entrepreneurs, ont pour but d'opérer un renouvellement permanent de l'air des salles, dans une proportion fixée à 60 M³ par heure et par malade. Dans chacun de ces systèmes, l'air vicié sort pas des canaux que l'on a disposés dans toute la hauteur des murs latéraux des salles, et qui le conduisent jusqu'au-dessus du toit, tandis que l'air pur s'introduit par des canaux horizontaux placés dans le milieu des planchers. En hiver cet air s'échauffe avant de pénétrer dans les salles.

Mais les systèmes diffèrent entre eux quant à la manière dont ils provoquent l'introduction de l'air pur et la sortie de l'air vicié.

Duvoir fait appel à l'air vicié. en réunissant tous les canaux verticaux, pl. VI dans une cheminée commune où il place des poêles à eau chaude ; l'air pur entre par les canaux horizontaux, de lui-même, en raison du vide produit par le départ de l'air vicié.

Au contraire, Thomas et Laurens, pl. VI, et pareillement Van-Hecke, introduisent par propulsion, au moyen d'un ventilateur, l'air pur dans les salles, et la masse de celui-ci force l'air vicié à sortir par les conduits verticaux.

Dans le premier cas, c'est la ventilation par aspiration et par différence de température. Dans les deux autres cas, c'est une ventilation par insufflation et par moyen mécanique.

Dans les systèmes Thomas-Laurens et Van-Hecke, le ventilateur est mis en mouvement à l'aide d'une machine à vapeur.

Les modes employés pour le chauffage des salles par ces inventeurs diffèrent également entre eux.

Duvoir établit une circulation continue d'eau chaude au moyen de tuyaux et de réservoirs à eau qu'il place dans les salles et dans une cheminée d'appel.

L'eau s'échauffe dans une chaudière, à rez-de-chaussée, monte au réservoir le plus élevé, et redescend par d'autres conduits, en passant dans les poêles de chaque étage et retourne à la chaudière pour s'y échauffer de nouveau.

L'air pur s'échauffe au contact de ces tuyaux et à celui des poêles à eau.

Thomas et Laurens ont aussi des poêles à eau, mais ils les échauffent au moyen de vapeur circulant dans des tuyaux disposés dans les canaux horizontaux.

Van-Hecke pousse par un ventilateur l'air pur dans un calorifère à air chaud, avant de le conduire dans les salles.

L'installation des trois systèmes Duvoir, Thomas-Laurens, et Van-Hecke,

devant forcément se combiner avec la construction des ouvrages principaux de l'édifice, ne saurait, à moins de dépenses que la situation des finances hospitalières interdit de faire, être étendue à la généralité des hôpitaux et hospices dont les anciennes distributions se *prêtent mal* aux applications de la *ventilation artificielle.* »

Les dépenses d'installation et d'entretien de ces systèmes de ventilation sont, en effet, extrêmement élevées. A Lariboisière, l'installation a coûté 480,000 fr., et l'entretien, charbon compris, revient à plus de 80,000 fr. l'an (1).

Cependant, malgré ces énormes dépenses, ces systèmes n'assurent point une ventilation complète et rationnelle, et ils laissent encore beaucoup à désirer même au point de vue purement mécanique.

Le professeur Ser, ingénieur en chef des hôpitaux de Paris, le constate ainsi (2) :

« On a employé pour la ventilation, et sous diverses formes, soit le procédé de l'aspiration de l'air vicié, soit celui de l'insufflation de l'air pur. De nombreuses expériences comparatives ont été faites, afin de rechercher quel est le mode le plus avantageux pour la salubrité des salles de malades ; mais les opinions sont encore partagées. On reproche à l'un comme à l'autre système de ne pas assurer suffisamment une circulation régulière et efficace de l'air dans la salle. Il nous paraît, en effet, qu'aucun des deux, employé d'une manière exclusive, ne saurait remplir toutes les conditions indispensables à une ventilation salubre. »

Cette opinion du professeur Ser a été affirmée par l'expérience de Lariboisière. On a reconnu qu'il était nécessaire d'ajouter au système de pulsion Thomas et Laurens, une aspiration énergique et continue, afin d'éviter les retours d'air qui s'étaient produits par les gaînes d'extraction.

(3) Il a été établi dans la cheminée centrale d'évacuation de chacun des trois pavillons, un réservoir de chaleur alimenté par la vapeur. La surface de chauffe de cet appareil est de 24 M², et elle est à peine suffisante en été.

Ainsi, malgré les frais énormes de la première installation, 800 fr. par lit, il a encore fallu en faire de nouveaux, et malgré toutes ces dépenses, le résultat final est déplorable au point de vue de la mortalité des malades, qui est certainement supérieure à celle des autres hôpitaux de Paris ventilés naturellement en ouvrant les fenêtres.

De tels résultats ont appelé l'attention des médecins et des chirurgiens. En 1861-62, l'Académie de médecine de Paris s'en est occupée longuement, elle a été unanime pour condamner tous ces systèmes compliqués et funestes aux malades et aux blessés, et elle a conclu qu'il était préférable d'employer de simples cheminées ouvertes, pour effectuer le chauffage et la ventilation des hôpitaux. Nous donnons ici quelques-unes des opinions émises par les hygiénistes à ce sujet (4) :

Malgaigne s'exprime ainsi : « Ce qui me frappe, c'est de voir que les salles des hôpitaux de Londres sont beaucoup mieux aérées que les nôtres ; qu'elles sont pourvues de *grandes cheminées* qui établissent des courants d'air. »

Devergie : « Les autres changements (dans les hôpitaux de Paris) ont été opérés sans l'appui des données de la science, et alors on a vu en fait de chauffage, par exemple, les *vastes cheminées* des salles, qui contribuaient à leur assainissement, remplacées par des poêles. »

Larrey : « Quoiqu'il en soit du perfectionnement de la ventilation artificielle,

(1) *Etude sur les hôpitaux*, p. 348 et 353.

(2) Rapports du jury de 1867, t. III, p. 356.

(3) Péclet, 4me édition, t. III . p. 471.

(4) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. XXVII, p. 177, 388, 439, 486, 489, 490. 500, 779.

l'aération naturelle, par les fenêtres opposées des salles reste le moyen le plus simple et le plus facile à employer, en y joignant des ouvertures mobiles à leur partie supérieure ou des vasistas, pour préserver les malades du contact direct de l'air. Cette disposition existe dans la plupart des hôpitaux militaires, et paraît aussi le système le meilleur dans les hôpitaux de la Marine, dont le chauffage est généralement établi par de *grandes cheminées*, si favorables en même temps à l'élimination des miasmes délétères qu'elles attirent, en les chassant au dehors, et à la récréation des malades qui s'attristeraient de ne point voir la lumière du foyer. »

Gosselin : « Les calorifères conviendraient pour chauffer les galeries et les escaliers de nos hôpitaux ; mais dans les pièces occupées par les malades, *il faut du feu*, non-seulement pour fortifier et renouveler l'air, mais pour détruire toutes les parties du pansement qui ne sont pas susceptibles d'être blanchies et toutes les ordures provenant du nettoyage des salles... Comme hygiène je préfère de beaucoup les *vastes cheminées* anglaises, avec leur brasier de charbon de terre et leur disposition qui permet de donner des bains sur place aux malades les plus graves... Donc point de ventilateurs artificiels, mais de *grandes cheminées* et de grandes fenêtres. »

Enfin, une illustre étrangère, Miss Nightingale, dont le dévouement est bien connu depuis la guerre de Crimée, écrivit à l'Académie pour lui donner son avis, elle concluait en proposant l'établissement de *cheminées* à foyer ouvert.

A la Société de chirurgie de Paris, les mêmes conclusions furent adoptées, à l'unanimité, par les professeurs : Broca, Giraldés, Guérin, Gosselin, Larrey, Léon-Lefort, Marjolin, Verneuil, Trélat.

L'éminent hygiéniste Michel Lévy, était également très-partisan du chauffage par les cheminées, voici ce qu'il dit à ce sujet (1) :

« Le problème physiologique du chauffage n'est résolu que par les cheminées à foyers découverts, c'est-à-dire par la chaleur rayonnée lumineuse. Autre chose est de recevoir la chaleur par l'intermédiaire de l'air qui sort de canaux chauffés, qui se dégage du poêle, la chaleur obscure, où d'un foyer incandescent qui exerce sur l'organisme un peu de cette influence pénétrante et plastique qui est le propre de la radiation solaire.

Si la vue du feu nous est réjouissante, c'est qu'instinctivement nous sentons qu'elle nous est favorable.

Nous avons parlé de l'anémie des habitants sédentaires des hôtels chauffés par calorifères ; on l'observe dans toutes les classes sociales, dans les pays où les poêles de fayence, de tôle et de fonte sont les appareils les plus généralement usités.

De nouvelles recherches sont à faire sur la composition et les propriétés de l'air circulant dans une longue série de tuyaux obscurs, surchauffés ; à coup sûr, ce n'est plus de l'air normal. »

Enfin, le professeur Gallard exprime nettement son avis à ce sujet, en traitant de la ventilation des hôpitaux, il dit (2) :

« Mais ce ne sont là que des moyens accessoires et le principal, l'essentiel, celui qui doit toujours fonctionner, surtout lorsque les fenêtres sont fermées, c'est la *cheminée*. La cheminée fait évacuer 1400 M³ d'air par heure et par kilog. de houille brûlée, et cela suffit pour assurer largement la ventilation dans une salle de malades, alors même qu'elle renfermerait 28 ou 30 lits.

Dans les saisons froides, j'en conviens, tout en fonctionnant de manière à

(1) Traité d'hygiène, t. II. p. 478.
(2) Applications hygiéniques du chauffage. P. 35.

procurer aux malades *la chaleur lumineuse* de leur foyer, et, à favoriser en même temps l'assainissement des salles par l'évacuation de l'air vicié, les cheminées pourraient ne pas suffire pour chauffer convenablement tout un hôpital. Mais qui est-ce qui empêche de leur associer alors un autre système de chauffage plus économique. Un calorifère distribuant une chaleur uniforme dans toutes les pièces de l'établissement, escaliers et couloirs compris. »

Tout récemment, les professeurs, Fauvel et Vallin, dans leur beau rapport sur les hôpitaux, conseillent encore le chauffage et la ventilation par des feux nus (1).

Nous partageons entièrement l'opinion de tous ces savants, et nous pensons, avec le professeur Gallard, qu'il faut chauffer et ventiler les salles d'hôpital au moyen des cheminées ouvertes, en y suppléant pendant les grands froids, pour le chauffage des couloirs et des escaliers, au moyen de calorifères à air chaud.

On obtiendra ainsi par ces systèmes simples, un service facile *et peu coûteux*, ne nécessitant point la présence de mécaniciens et chauffeurs, et une dépense d'installation réduite au minima.

Enfin, et par-dessus tout, on disposera d'un chauffage éminemment hygiénique et bien supérieur en cela aux systèmes de ventilation artificielle, dont les résultats, sous ce point de vue, sont profondément déplorables, ainsi qu'on peut s'en assurer au moyen du tableau suivant, que nous avons dressé en nous basant sur les chiffres officiels extraits d'un travail du professeur Bouchardat (2).

Mortalité des malades dans les hôpitaux généraux de Paris.
Moyenne de dix années : 1860 à 1869.

HOPITAUX VENTILÉS ARTIFICIELLEMEMT.		HOPITAUX VENTILÉS NATURELLEMENT.	
Necker	100 morts. / 942 malades.	Saint-Antoine	100 morts. / 1,116 malades.
Lariboisière	100 morts. / 944 malades.	Hôtel-Dieu	100 morts. / 1,166 malades.
Beaujon	100 morts. / 1,050 malades.	Pitié	100 morts. / 1,188 malades.
		Cochin	100 morts. / 1,236 malades.
		Charité	100 morts. / 1,418 malades.
Moyenne	100 morts. / 978 malades.	Moyenne	100 morts. / 1,224 malades.

Rapport $\frac{1,224}{978} = 1,25$.

(1) *Congrès d'hygiène* de 1878. Question 6. p. 20.
(2) *Revue scientifique*, 1873.

Ainsi, quand il se produit 100 décès dans les hôpitaux généraux de Paris ventilés naturellement, il s'en produit alors 125 dans ceux ventilés artificiellement, soit *un quart en plus !*

De pareils résultats sont trop graves pour qu'il soit besoin d'insister plus longuement sur l'insuccès effrayant des coûteuses ventilations artificielles employées à Paris, qui, on le voit, sont *absolument condamnées* par la statistique la plus impartiale.

Hôpital de Guy, à Londres. Fig. 36, 37, 38, 39, 40, 41 (1). — Les bâtiments élevés sur les plans de M. Rhode Hawkins, se composent de deux ailes principales réunies par un pavillon central, contenant un vestibule et de vastes escaliers qui conduisent aux deux ailes, dont chacune a cinq étages, parmi lesquels trois sont destinés à recevoir les malades.

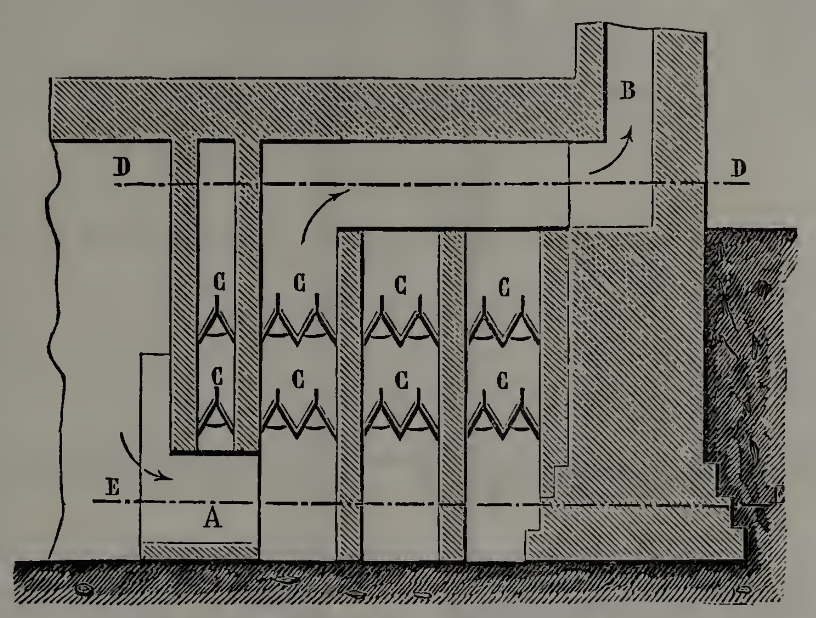
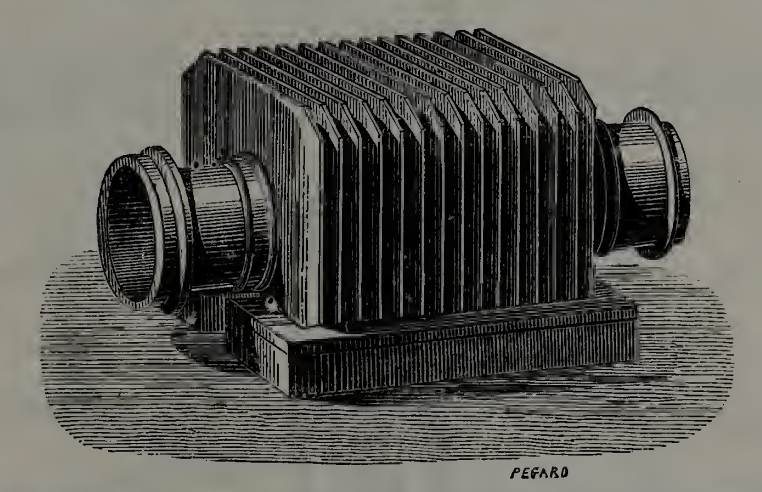


Fig. 36. — Calorifère à eau de l'hôpital de Guy.

La façade antérieure du pavillon central est flanquée de deux tours carrées A A, surmontées par des tourelles octogonales, qui servent de cheminées d'appel de haut en bas, pour l'air nouveau à introduire dans les salles des deux ailes. Cet air est ainsi puisé dans l'atmosphère à une hauteur d'environ 29 mètres aud-essus du sol extérieur, fig. 38.


Fig. 37. — Tuyau de vapeur armé d'ailettes pour le chauffage de l'air par contact.

Au milieu de la façade postérieure du même pavillon s'élève une tour carrée B, surmontée par une lanterne octogonale et un clocheton en fonte à jour. Cette tour dont la hauteur au-dessus du sous-sol sur lequel sont établis les foyers est de $59^m,50$, est la cheminée unique d'évacuation de l'air vicié dans les salles, ainsi que de la fumée des fourneaux et de tous les foyers qui existent dans le bâtiment, comme on le verra plus loin.

L'édifice a cinq étages, au rez-de-chaussée sont les salles de réception pour les malades extérieurs, venant en consultation, les salles de toilette correspondantes pour les hommes et les femmes, les salles de bains, les cabinets de consultation du médecin et du chirurgien, la pharmacie, les laboratoires, les

(1) *Annales du Conservatoire*, t. III.

Hôpital de Guy, à Londres.

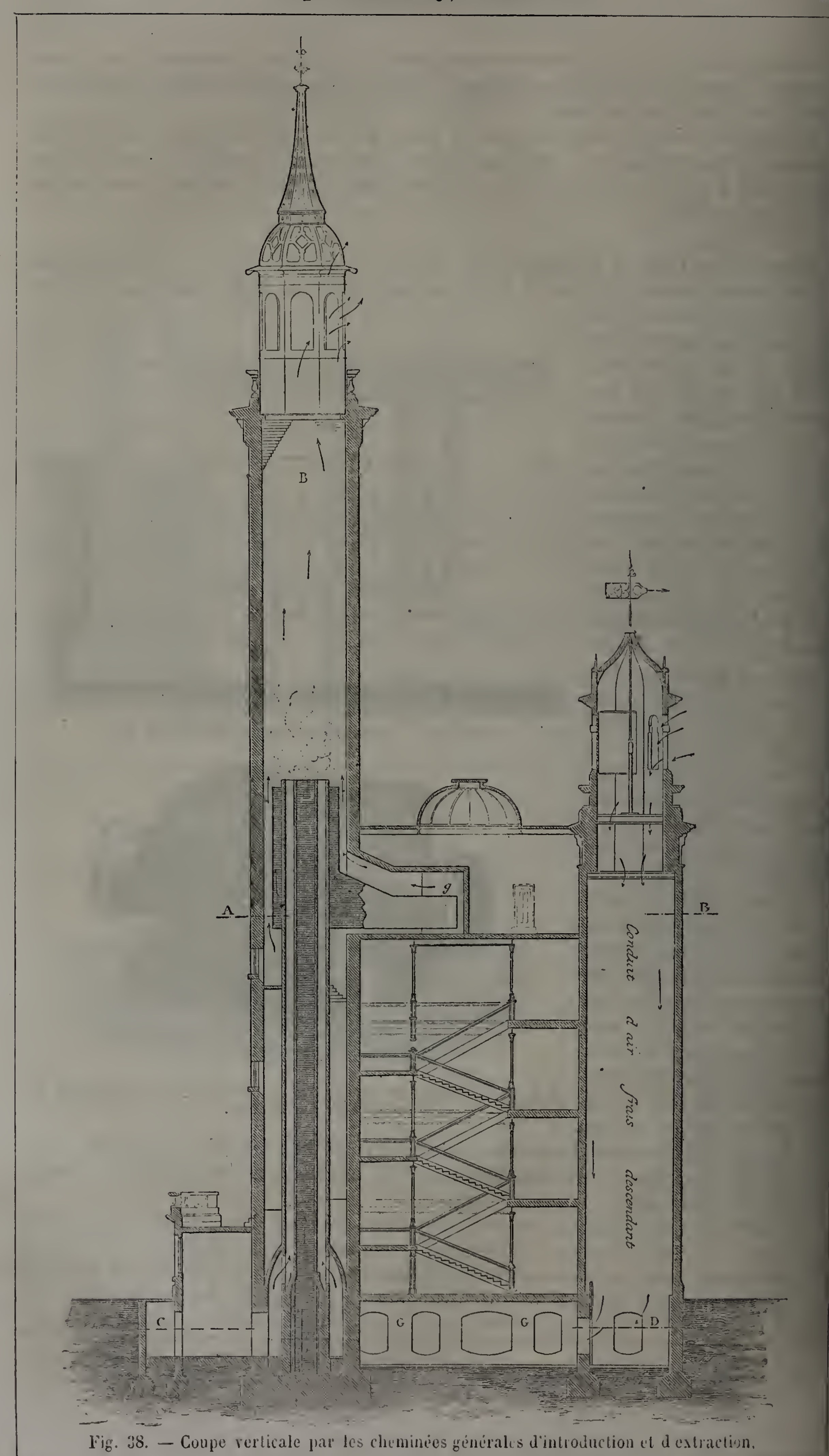


Fig. 38. — Coupe verticale par les cheminées générales d'introduction et d'extraction.

Hôpital de Guy.

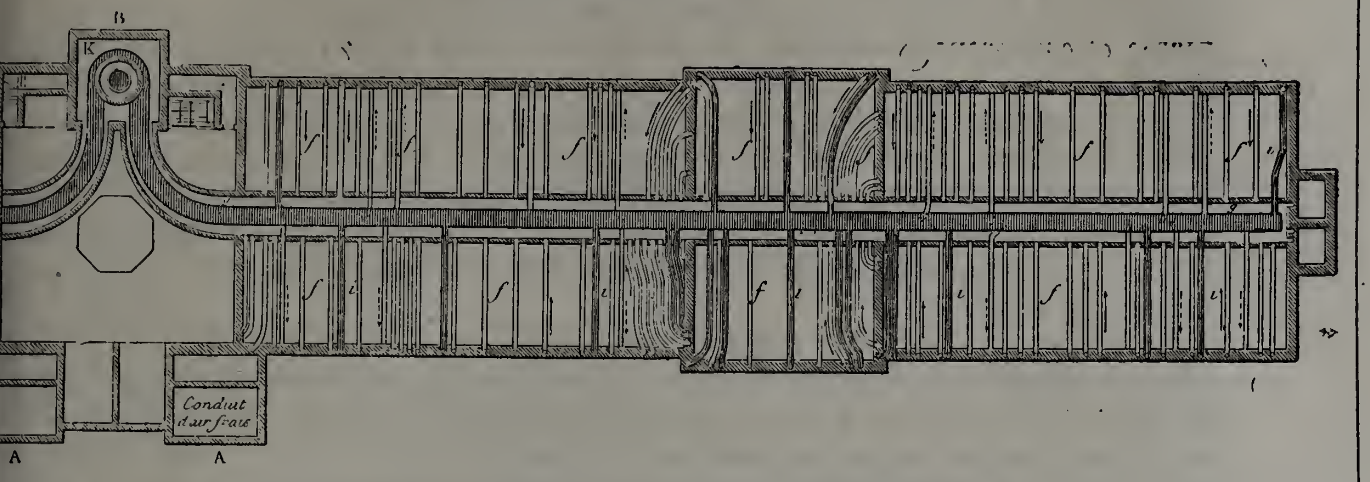


Fig. 39. — Plan du comble suivant AB de la coupe verticale.

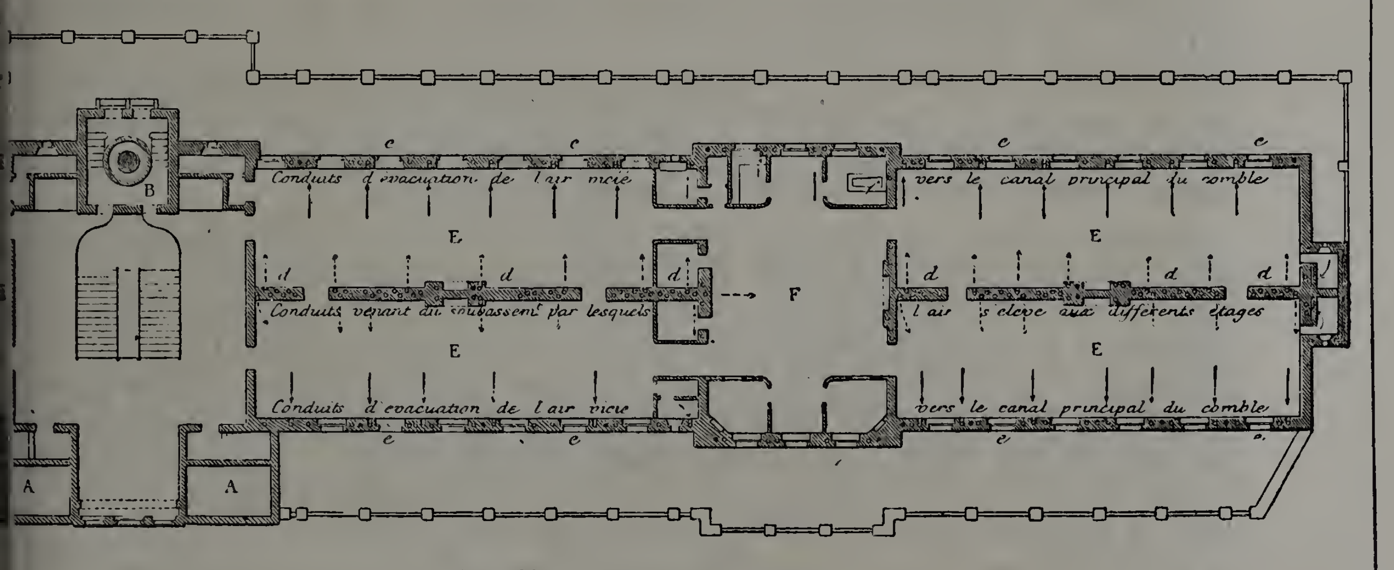


Fig. 40. — Plan du 1er etage.

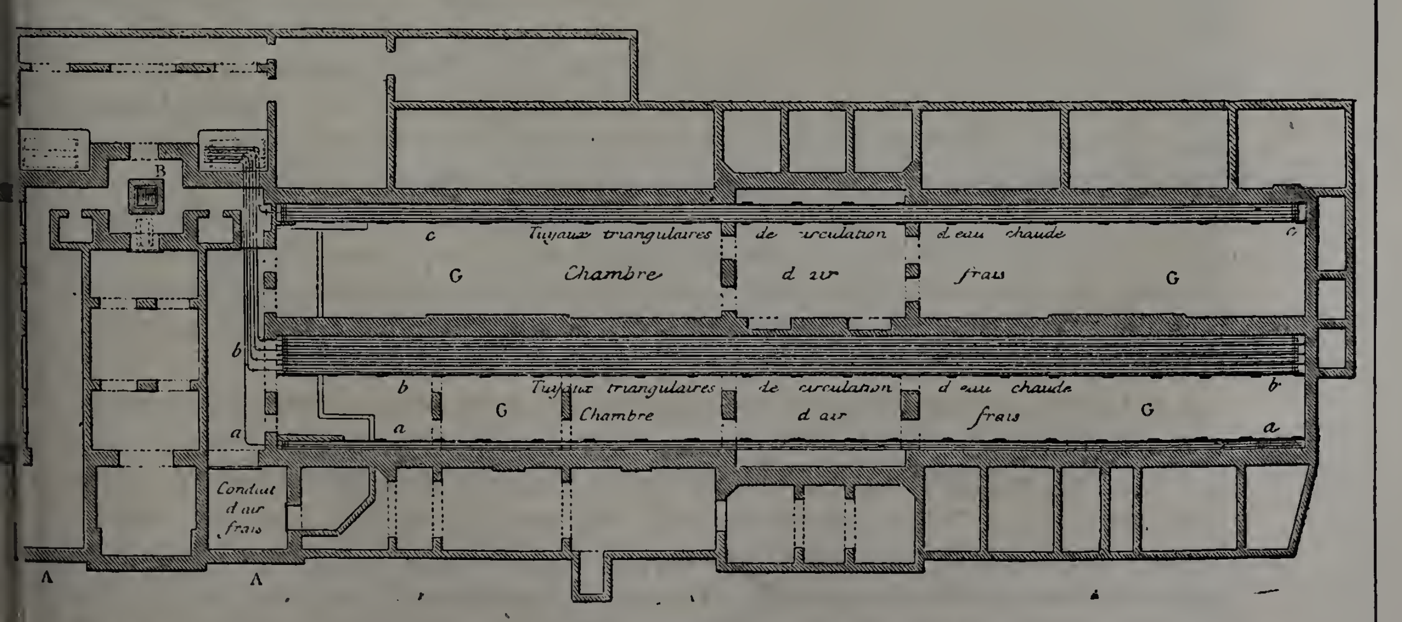


Fig. 41. — Plan du sous-sol (suivant CD de la coupe verticale) contenant l'appareil à eau chaude.

cabinets particuliers du médecin et du chirurgien, le cabinet du dentiste, les logements des gens de service, des laboratoires, etc.

Le 1er, le 2e et le 3e étage forment trois divisions, disposées sur un plan uniforme et comprenant chacune quatre grandes salles E E de 70 pieds anglais ou 21^{m},35 de longueur, 21 pieds anglais ou 6^{m},40 de largeur, 14 pieds anglais ou 4^{m},27 de hauteur; et une grande salle de réunion F, pour la journée, ayant 48 pieds anglais ou 14^{m},64, sur 38 pieds anglais ou 9^{m},15, située à la rencontre des salles, avec des chambres pour les sœurs, des lavoirs, une chambre de bains, un cabinet d'aisances et une étuve qui s'ouvre au dehors. Chaque salle particulière a, en outre, ses lieux d'aisances, ces derniers étant, dans tous les cas, en dehors des salles.

Le nombre des malades admis dans chaque salle est de 150, dont 50 dans chaque division du 1er, du 2e et du 3e étage. Les salles de subdivision E E, contiennent de 12 à 13 lits. Il y a six personnes attachées à chaque division, savoir : deux sœurs et quatre gardes pour les 50 malades.

Le volume d'espace alloué pour chaque lit dans les salles est de 1 600 à 1 700 pieds cubes ou de 44$^{m\,c}$,8 à 47$^{m\,c}$,6.

A l'étage supérieur sont les dortoirs des gardes et des autres personnes du service.

La totalité du bâtiment, à l'exception du vestibule central, du grand escalier et de quelques-uns des logements des employés au rez-de-chaussée, est chauffé et ventilé artificiellement par appel. L'espace ainsi chauffé et ventilé est d'environ 500,000 pieds cubes anglais ou 14,000 mètres cubes.

Dans le système de ventilation adopté, qui est celui de l'aspiration, l'air nouveau pris à une grande hauteur, afin d'assurer sa plus grande pureté, descend par la cheminée d'appel jusqu'au bas de l'édifice, où il débouche dans de vastes galeries G G appelées chambres d'air frais, qui règnent sous toute l'étendue du bâtiment. De ces chambres il se rend dans des conduits verticaux établis dans l'épaisseur des murs, mais après avoir passé entre des groupes de tuyaux horizontaux de circulation d'eau chaude pour le service d'hiver.

L'air nouveau ainsi chauffé vient déboucher dans chacune des salles à chauffer, ou à ventiler, par des orifices ménagés près des plafonds.

Le long du mur de face antérieur et à sa base, il n'y a que deux rangées de tuyaux horizontaux *aa*, l'un pour le départ, l'autre pour le retour de l'eau, parce qu'ils ne sont destinés qu'au chauffage du rang de pièces simples placées de ce côté au rez-de-chaussée.

En avant et dans toute la longueur du mur de refend, il y a sept rangées de tuyaux horizontaux *b*, *b*, *b*, pour le départ et autant pour le retour de l'eau. Ils sont destinés à chauffer l'hiver l'air nouveau qui doit ventiler les trois étages des salles de malades.

En avant et dans la longueur du mur de face postérieur, il y a trois rangées de tuyaux horizontaux *c c*, pour le départ et autant pour le retour de l'eau chaude. Ils sont destinés à chauffer l'hiver l'air d'alimentation des pièces habitées du rez-de-chaussée correspondantes, et qui sont plus nombreuses que de l'autre côté.

Les tuyaux de circulation d'eau chaude sont à section triangulaire et disposés comme l'indique la figure 36.

Cette forme a pour objet d'obliger l'air à passer le long de surfaces de chauffe plus grandes que celles qu'offriraient des tuyaux cylindriques.

On pourrait aussi employer des tuyaux cylindriques armés de nombreuses ailettes, ainsi que l'indique la fig. 37, qui reproduit un tuyau à vapeur employé à Londres, pour le chauffage du Parlement.

L'air qui a circulé entre les tuyaux gagne ensuite, comme on l'a dit, des conduits verticaux *d d* ménagés dans l'épaisseur des murs.

A tous les étages l'air arrive près des plafonds; au rez-de-chaussée il est fourni, comme on l'a dit, par les tuyaux *a*,*c*, placés le long des façades, et aux autres étages par ceux du milieu, *d*, *d*.

Des conduits verticaux *e*, *e*, *e*, établis dans l'épaisseur des murs de face et ouverts à fleur du plancher, dirigent séparément l'air vicié de chaque étage, au moyen d'autres conduits horizontaux *f f* dans un grand conduit principal *g g*, fig. 39, établi dans le comble, et qui se termine à la tour d'évacuation établie au pavillon central, laquelle reçoit aussi la fumée des fourneaux d'eau chaude et des chaudières.

Il y a dans chaque division 79 conduits d'introduction d'air dans les salles, et 63 conduits d'évacuation, pour 150 lits, sans compter ceux de la salle de réunion de jour et des différents cabinets. L'on a eu soin de ne placer dans les lieux d'aisances que des cheminées d'évacuation, afin que l'appel de l'air s'y fasse toujours de l'extérieur vers l'intérieur de ces cabinets. A l'intérieur du grand conduit *g g* d'air vicié, qui a environ $1^{m},80$ de largeur, passe un tuyau principal de fumée *h h* en fonte, de $0^{m},90$ à peu près de diamètre, dans lequel viennent déboucher tous les conduits de fumée *i i* des foyers des appartements particuliers et des salles. Un tuyau de circulation d'eau chaude parcourt aussi ce grand conduit et assure la ventilation d'été.

Ce conduit principal aboutit à un autre *k*, *k*, vertical, qui verse dans la grande cheminée d'évacuation B, tous les produits de la combustion de ces foyers et l'air vicié qu'ils ont contribué à aspirer.

L'on voit que ces tuyaux de fumée, outre l'effet direct de ventilation qu'ils produisent dans les salles, peuvent aussi, par la chaleur de leurs parois métalliques, contribuer à activer l'appel de l'air vicié qui les entoure dans le canal *gg*.

Enfin, au centre et dans l'axe de la cheminée générale B fig. 38, s'élève le tuyau de fumée des calorifères, qui y verse ses produits à une hauteur supérieure à celle du comble. Il résulte de cette disposition, dans la saison du chauffage, un appel énergique et une élévation notable de la température de l'air vicié, dès qu'il a atteint les conduits supérieurs, ce qui donne l'hiver une grande activité à cet appel.

Il y a lieu de remarquer que la circulation d'eau chaude se fait principalement, dans les appareils employés, dans le sens horizontal, et que la distance verticale des tuyaux de départ et des tuyaux de retour n'excède guère $0^{m},50$. Cette disposition n'est peut-être pas favorable pour obtenir, d'une surface donnée de tuyaux, l'échauffement du plus grand volume d'air possible, mais d'un autre côté, l'établissement au rez-de-chaussée, dans des galeries closes et non habitées, de ces tuyaux, dont le développement est de plus de 550 mètres, pour chaque aile, diminue beaucoup l'inconvénient des fuites d'eau. Aussi est-ce le mode le plus généralement employé en Angleterre pour les chauffages par circulation d'eau chaude. La forme de prismes triangulaires donnée aux tuyaux et les dispositions prises pour assurer l'échauffement de l'air sont d'ailleurs favorables, et les tuyaux n'étant soumis à aucune pression cette forme n'a pas d'inconvénients.

Dans cet édifice l'on paraît avoir réalisé avec succès le problème pour lequel M. Reid avait échoué au Parlement, et qui consiste à n'avoir qu'une seule cheminée générale d'évacuation, non-seulement pour l'air vicié, mais encore pour la fumée de tous les feux d'un même bâtiment.

Le système de ventilation ainsi établi est tout à fait indépendant des moyens accidentels de ventilation des salles, auxquels on peut recourir, quand le temps permet d'ouvrir les fenêtres. Dans la distribution des grandes divisions l'on a

porté une attention particulière à obtenir tous les avantages possibles de ce que l'on nomme la ventilation naturelle. Les salles particulières de chaque division sont placées deux à deux l'une à côté de l'autre, de manière qu'un mur de refend allant jusqu'au centre de l'édifice les sépare. Chaque salle n'a de fenêtres que d'un côté, mais il y a dans le mur de refend de larges arcades ouvertes, par lesquelles il peut s'établir un courant d'air au travers des deux salles contiguës, quand les fenêtres sont ouvertes ; à peu près comme si chacune de ces salles avait des fenêtres des deux côtés. Les fenêtres sont ouvertes comme des châssis ordinaires à coulisses verticales, et leur ouverture ne trouble en rien le système de ventilation.

La ventilation constante d'été du bâtiment est calculée pour fournir, en 1′, 70 pieds cubes (1,96 mètres cubes) $117^{mc},60$ par heure et au delà à chaque malade. Dans l'hiver, le volume d'air nouveau à fournir est calculé de manière à concilier le maintien d'une ventilation efficace avec la conduite économique de l'appareil de chauffage. Pendant le froid très-rude qui a eu lieu en février et mars (1862), l'on a fait une série d'expériences pour déterminer la ventilation effective, et la comparer à la consommation de combustible nécessaire pour chauffer cet air.

Le volume d'air introduit dans la cheminée d'appel a été mesuré à diverses reprises à l'aide de l'anémomètre. L'ouverture par laquelle l'air passe de cette cheminée dans les conduits d'air froid est munie d'une ventelle à coulisse, au moyen de laquelle l'aire de l'orifice d'introduction peut être agrandie ou diminuée à volonté ; à chaque observation l'on mesurait cette ouverture. Pendant la première partie de la période sur laquelle les expériences s'étendent, l'alimentation d'air neuf fut entièrement supprimée pendant la nuit, ainsi que le chauffage des appareils. Cette marche avait été suivie dans l'hôpital pendant les deux derniers hivers, et semble avoir pour origine la tendance à donner plus d'importance aux considérations d'économie qu'à celles qui sont relatives à la salubrité, tendance qui se manifeste souvent là où l'on devait le moins s'y attendre à la rencontrer. Ainsi qu'on pouvait le prévoir, la suspension de la ventilation pendant la nuit avait déterminé dans les salles une odeur désagréable particulièrement sensible le matin.

Ce règlement ayant été abandonné, l'air nouveau fut aussi introduit pendant la nuit, le volume admis étant toutefois proportionné à la puissance calorifique conservée par l'appareil de chauffage, dont le feu n'était pas alimenté pendant la nuit, mais simplement remué.

Le volume d'air nouveau admis pendant la nuit en opérant ainsi n'ayant été qu'une seule fois égal à 25 pieds cubes en une minute ($42^{mc},00$ en 1 heure) seulement par lit et ayant été souvent le double, on peut en conclure que la ventilation de nuit n'a jamais été trop insuffisante.

La ventilation de jour des salles s'est élevée en moyenne à 67 pieds cubes par minute ($108^{mc},96$ par heure) et par lit ; et dans une seule occasion elle n'a été que de 37 pieds cubes anglais ($62^{mc},16$ par heure).

Les pièces du rez-de-chaussée ne sont pas constamment occupées, mais dans les salles d'attente pour consultations, il y a souvent un très-grand nombre de personnes réunies pour un temps assez court ; pendant environ 2 heures, ces salles contiennent quelquefois 300 personnes, et la ventilation est donnée à raison de 3,300 pieds cubes en une minute, ou 5,544 mètres en une heure, soit 11 pieds cubes par minute pour chaque individu ($18^{mc},4$ par personne et par heure). Même avec ce volume de ventilation, l'atmosphère est altérée par les émanations des vêtements de ce grand nombre d'individus serrés les uns contre les autres, qui appartiennent principalement aux classes les plus pauvres, et cet effet est principalement sensible quand le temps est humide. La continuité de la

ventilation dissipe cependant promptement toute trace de mauvaise odeur quand les malades sont sortis.

Les lieux d'aisances ne donnent aucune mauvaise odeur; ceux qui dépendent des salles sont, comme on l'a dit, placés à l'extérieur de la partie principale du bâtiment et sont, ainsi que les autres, ventilés séparément, au moyen d'une conduite d'extraction. »

Nous ne saurions approuver en entier les dispositions prises pour la ventilation de cet hôpital; nous pensons qu'il eût été préférable, et moins coûteux, de se contenter de ventiler par les cheminées débouchant directement dans l'atmosphère, et non dans un carneau commun aux gaînes d'air vicié, ce qui occasionne parfois des refoulements de fumée dans ces gaînes et dans les salles.

Le chauffage par calorifère à eau chaude est, au contraire, parfaitement disposé et il peut être considéré comme un modèle d'une rare perfection.

Ambulances temporaires. — Nous sommes convaincu que les ambulances temporaires, établies dans des baraques ou des constructions légères, doivent être chauffées et ventilées par les mêmes appareils que ceux conseillés pour les grands hôpitaux: Cheminées ouvertes et calorifères pour augmenter la chaleur pendant les grands froids.

Il faudra, de plus, ménager dans les parois des murs et du toit, des ouvertures nombreuses permettant à volonté une énergique aération naturelle. A l'aide de ces dispositions simples on assurera facilement, et à peu de frais, le chauffage hygiénique et la ventilation méthodique de tous les hôpitaux improvisés pendant les épidémies, ou pour les blessés militaires.

Maternités, *Système Tarnier.* — On désigne sous le nom de maternités des établissements destinés à recevoir les femmes enceintes arrivées à la dernière période de leur grossesse, à les assister dans leur accouchement et à leur donner les soins nécessaires jusqu'à leur rétablissement complet (1).

Depuis longtemps on savait que la mortalité était considérablement plus élevée dans ces établissements qu'en ville et à domicile, mais c'est surtout depuis la publication de la thèse de S. Tarnier qu'on a été frappé de l'énorme disproportion de mortalité dans les deux cas. Tarnier consigna le résultat effrayant auquel il était arrivé, à savoir : la mortalité est 17 fois plus considérable à la maternité qu'en ville.

Ce résultat une fois bien connu, il se produisit une grande agitation autour de cette importante question hospitalière; l'enquête fut ouverte, et l'administration chargea le professeur Léon Lefort d'aller dans les différentes capitales de l'Europe, examiner les maternités et contrôler les résultats obtenus. L. Lefort conclut de cette enquête les chiffres suivants : 1 décès sur 29 dans les hôpitaux ou maternités; 1 décès sur 212 pour les femmes accouchées à domicile.

La mortalité dans les maternités est donc un fait évident, général, indiscutable.

On a donc tout naturellement proposé *d'isoler* les femmes en couches dans une chambre particulière, afin de les placer, autant que possible, dans les conditions générales du domicile particulier, en groupant cependant ces chambres pour la facilité du service.

Ces conditions sont exactement remplies dans le système qu'a proposé Tarnier en 1864, et dont voici la description :

(1) Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique, article Hôpital, par Sarazin.

La maternité de Tarnier se compose d'un grand bâtiment et d'un pavillon isolé. Le rez-de-chaussée du bâtiment, parcouru dans toute sa longueur par un couloir intérieur qui le partagerait en deux parties, présenterait sur ses deux faces des chambres placées à côté les unes des autres et adossées au couloir intérieur. Chaque chambre s'ouvrirait au dehors par une porte et deux fenêtres, et n'aurait aucune communication ni avec les chambres voisines, ni avec le couloir intérieur, ni avec aucune partie de l'hôpital. Pour entrer dans chacune des chambres, il faudrait donc absolument faire par dehors le tour du bâtiment et aller de porte en porte. Afin de protéger le personnel contre les injures du temps, une marquise serait placée au-dessus de ce rez-de-chaussée.

Tel était le premier plan de S. Tarnier, en 1864. Vers 1866, il l'améliora encore par la suppression du couloir intérieur, et lui donna la forme d'un pavillon carré formant quatre chambres complétement isolées entourant un office central. Une marquise dessert les deux faces du pavillon et c'est sous elle que s'ouvrent toutes les portes de communication desservant l'office et les quatre chambres.

La société médicale des hôpitaux a donné son approbation à ce plan ingénieux, qui est aujourd'hui conseillé par un grand nombre d'hygiénistes, comme préférable aux autres systèmes.

Ce système fonctionne depuis deux ans à la maternité de Paris, et les résultats obtenus sont fort encourageants, puisque la mortalité n'est plus que 1 % des accouchements (1).

Le chauffage et la ventilation d'une telle maternité sont, on le conçoit, très-faciles à combiner, puisqu'au fond il ne s'agit que de chauffer une chambre à un seul lit.

Une bonne cheminée dans chaque chambre suffira donc complétement pour assurer, dans les meilleures conditions hygiéniques, le chauffage et la ventilation de cet excellent modèle de maternité. C'est aussi, d'ailleurs, l'unique appareil conseillé par le savant auteur du projet, S. Tarnier; et nous sommes heureux de le constater ici, car c'est une nouvelle preuve de l'opinion des médecins au sujet de la supériorité hygiénique de la cheminée.

Maternité de Saint-Pétersbourg. — Nous empruntons (fig. 42, 43, 44,) au général Morin (2) la description de cet hôpital spécial. Bien que cet établissement soit antérieur au système de Tarnier, qui lui est préférable, il présente un certain intérêt pour les pays du Nord, où le système Tarnier donnerait lieu à certains inconvénients pour le service fait à l'extérieur :

« Il a été construit, dans ces dernières années, à Saint-Pétersbourg, un vaste hôpital d'accouchement destiné à recevoir environ cent trente femmes, et dans lequel toutes les précautions propres à en assurer la salubrité ont été prises avec une largeur et une connaissance des besoins à satisfaire, qui font le plus grand honneur au gouvernement qui en a supporté la dépense et aux ingénieurs chargés de la construction.

Au lieu d'y agglomérer les femmes en couches dans des salles mal aérées où, réunies en grand nombre, elles sont exposées aux ravages de la funeste épidémie qui les décime si souvent, on les a réparties dans des chambres nombreuses, parfaitement éclairées et ventilées, communiquant avec des corridors, bien chauffés et aérés. Tandis qu'en France, nous croyons, non sans raison,

---

(1) Rapport des professeurs Fauvel et Vallin au congrès d'hygiène de 1878.
(2) *Annales du Conservatoire*, t. V, p. 502.

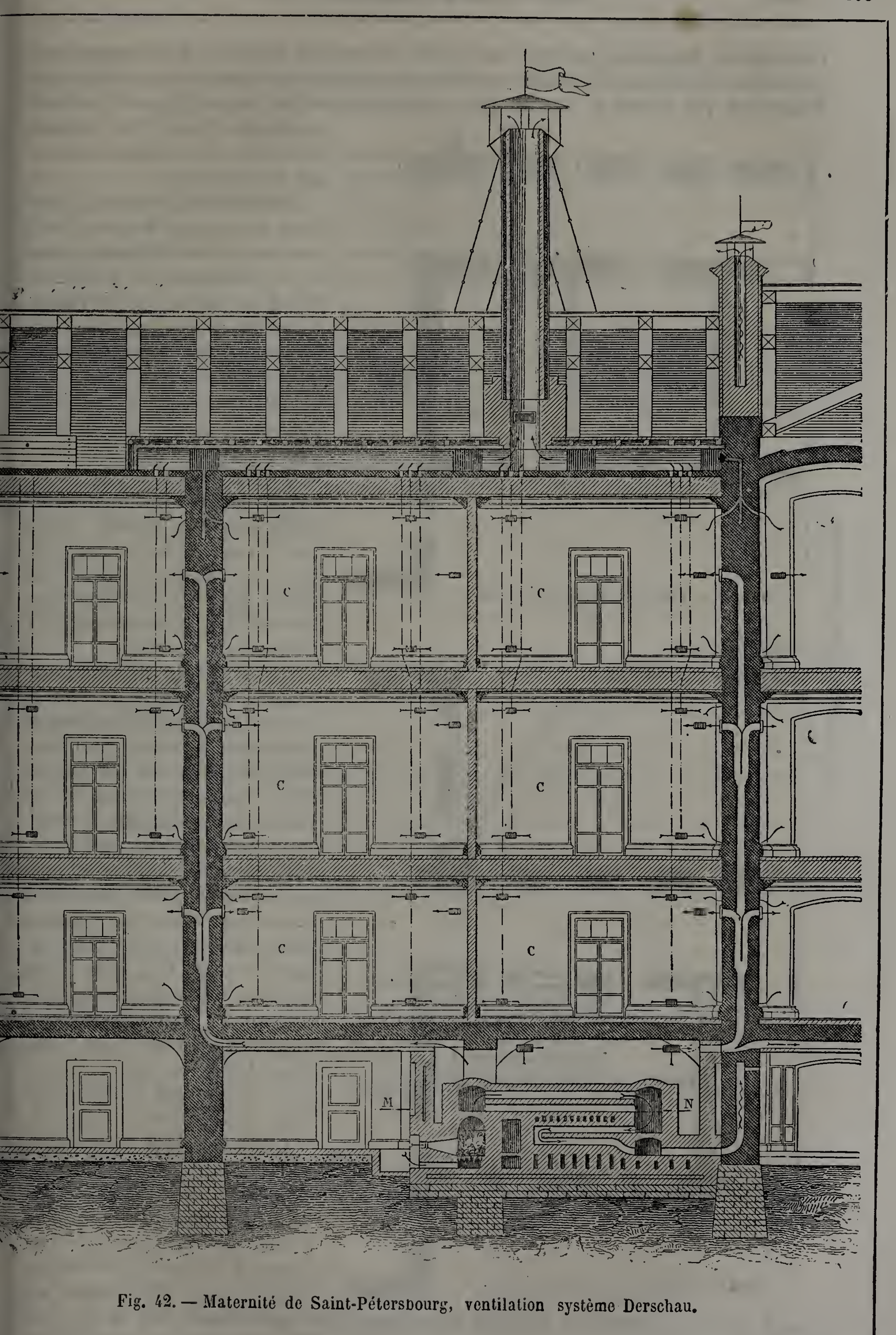


Fig. 42. — Maternité de Saint-Pétersbourg, ventilation système Derschau.

réaliser un immense progrès sur l'état actuel des maisons d'accouchement existantes, en demandant que le nombre des lits, dans chaque salle, n'excède pas douze, on l'a réduit à quatre dans cet hôpital et par respect pour la morale publique, l'on y a séparé avec soin les femmes mariées des filles mères.

Maternité de Saint-Pétersbourg.

Fig. 43. — Plan des chambres de 4 lits.

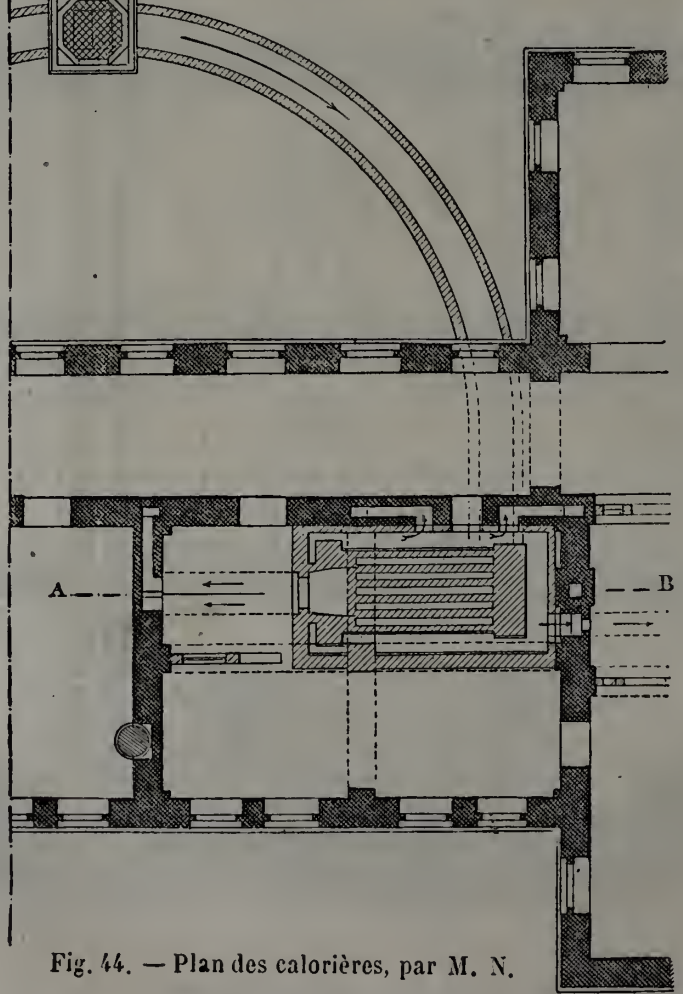


Fig. 44. — Plan des calorières, par M. N.

Le bâtiment principal, composé d'un corps formant façade sur la rue Nadezdinskaia et de deux ailes, est d'ailleurs divisé au milieu par de vastes escaliers et par des salles de service qui le fractionnent en quatre grandes sections.

Par une disposition qu'ont peut-être commandée les conditions climatériques du pays, le rez-de-chaussée est consacré aux divers services, le premier étage aux sages femmes et aux élèves sages-femmes, au nombre de cinquante, que l'on forme dans l'établissement, le troisième et le quatrième aux femmes en couches.

Il y a en tout 104 lits pour femmes en couches. En outre, il existe 28 lits pour les femmes enceintes, de sorte que l'hôpital contient 132 lits disponibles pour les femmes qui viennent y réclamer les secours de l'assistance publique.

La capacité cubique allouée par lit varie de 50 à 60 mètres cubes. La rigueur du climat a sans doute empêché de l'augmenter et de la porter à 100 mètres, comme on le demande en France; mais l'abondance du renouvellement de l'air, qui est de plus de 90 mètres par heure et par lit, suffit largement à assurer la salubrité.

L'admission et l'évacuation de l'air sont produites par le seul effet de l'aspiration, et toutes les dispositions adoptées à cet effet par l'habile ingénieur, M. le baron de Derschau, auquel on les doit, sont d'accord avec les principes que j'ai développés dans mes *Etudes sur la ventilation*, et dont l'observation confirme chaque jour l'exactitude.

Les prises d'air au nombre de quatre, dont chacune sert à deux calorifères, sont faites dans les jardins de l'hôpital à 3 mètres au-dessus du sol. Des cheminées bien couvertes et entourées de verdure les mettent à l'abri de toute introduction étrangère au service.

Les calorifères, au nombre de huit pour les salles de malades et les dortoirs, sont en briques réfractaires, ne contiennent aucun tuyau métallique et fournissent de l'air à 30 ou 40° centigrades au plus. Chacun est placé dans une chambre à air dans laquelle est disposée une bâche toujours pleine d'eau. Chaque calorifère suffit pour le chauffage et la ventilation de la partie de l'édifice qui lui correspond, et dont la longueur horizontale n'excède pas 12 à 15 mètres.

L'air est admis dans les salles vers la partie supérieure.

L'air vicié est évacué à hauteur des planchers. Tous les conduits d'évacuation correspondant au salles chauffées par un même calorifère, sont réunis aux greniers dans des canivaux collecteurs, qui aboutissent à une cheminée unique d'évacuation. Il y a ainsi autant de cheminées que de calorifères.

La différence naturelle des températures intérieure et extérieure suffit pendant la plus grande partie de l'année pour donner à l'appel l'activité nécessaire; mais lorsqu'elle est trop faible, et dès que la température extérieure s'élève à 5° au-dessus de zéro, des becs de gaz placés dans la cheminée d'évacuation y sont allumés jour et nuit.

Cette cheminée est surmontée d'un tuyau à girouette qui s'oriente naturellement, de manière à profiter de l'action du vent pour favoriser l'évacuation de l'air vicié.

L'on trouvera la description sommaire des dispositions adoptées dans la note rédigée à cet effet par l'auteur et pour l'intelligence de laquelle nous renvoyons aux figures 42, 43, 44.

Avant la mise en service de cet hôpital une commission formée par le gouvernement a procédé à des expériences de réception nombreuses, et faites pour constater la marche et les résultats des appareils de ventilation.

Nous rappellerons que l'on doit aussi à M. le baron de Derschau l'idée et l'exécution du premier anémomètre à compteur électrique, dont l'emploi permet de constater automatiquement et à toute heure la régularité de la marche d'un service de ventilation; ce n'est pas un des moindres titres de cet habile et savant ingénieur à l'estime de ceux qui s'occuppent de ces questions.

Notice et résultats d'observations sur le chauffage et la ventilation de la maison d'accouchement de Saint-Pétersbourg, par M. le baron de Derschau. — « Jusqu'à l'année 1863, il n'existait point, en Russie, d'hôpital qui fût chauffé et ventilé rationnellement. J'ai eu le premier l'honneur d'appliquer la théorie à la pratique dans les conditions désavantageuses de notre climat.

L'effet des appareils devait être calculé pour un maximum de 52° centigrades de différence entre les températures intérieure et extérieure.

Quand j'ai été appelé à préparer mon projet, le bâtiment de la maison d'accouchement était déjà couvert; aussi ai-je été très-limité dans les dispositions à prendre afin de ne pas trop augmenter les dépenses.

Le prix du marché était de 24,000 roubles ou 96,000 francs; mais par le fait, j'ai dû dépenser 29,000 roubles ou 116,000 francs.

Par ce sacrifice volontaire, je suis arrivé à obtenir en grande partie la solution du problème dont l'application, à l'avenir, donnera des résultats très-utiles, sous le rapport de l'hygiène des hôpitaux en Russie.

Le rapport ci-joint sur la maison d'accouchement de Saint-Pétersbourg, peut

être compris sans les dessins, au moyen des détails particuliers qui suivent :

Il y a dans cet établissement, pour les femmes en couches, cent lits qui sont distribués dans les deux étages supérieurs que nous nommons troisième et quatrième étages. Dans le deuxième étage, se trouvent les appartements destinés à 50 élèves sages-femmes avec leurs dortoirs, réfectoires et salles d'infirmerie. Il y a aussi dans cet étage les salles d'admission des malades.

Le premier étage (qui est véritablement ce qu'on nomme en France le rez-de-chaussée) est occupé par les gens de service et les neuf calorifères qui chauffent et ventilent l'hospice.

Ces calorifères ne contiennent dans leurs chambres, ainsi que dans leurs foyers, aucune pièce métallique. Ils sont construits en briques réfractaires, et, pour donner à l'air de ventilation le degré d'humidité convenable, dans le haut de la chambre de chaque calorifère, on a disposé une nappe d'eau d'une surface de 9 mètres carrés.

L'air extérieur est pris dans le jardin à la hauteur de 3 mètres et communique par des galeries souterraines avec le bas des chambres des calorifères.

L'évacuation de l'air vicié se fait par huit cheminées d'appel partant du grenier. A ces cheminées viennent aboutir tous les caniveaux de ventilation qui ont leurs ouvertures dans les pièces à ventiler, près du plancher de chacune de ces pièces, pour tout le temps de chauffage. Ces caniveaux de ventilation s'ouvrent près du plafond pour la ventilation d'été, et dans les cas où il faut abaisser la température de la chambre.

Les dimensions des cheminées d'appel sont calculées de manière que la ventilation normale de 50 mètres cubes par heure et par lit s'obtient naturellement par les différences des températures extérieure et intérieure jusqu'à la limite de 5 degrés centigrades au-dessus de zéro. Quand la température extérieure est supérieure à 5 degrés centigrades, on allume des becs de gaz qui sont disposés dans chaque cheminée et qui brûlent jour et nuit.

Le combustible employé pour le chauffage des calorifères est le bois de pin qui contient encore 30 % d'eau hygroscopique. »

Hospices, asiles de retraite et d'aliénés. — Les systèmes de chauffage proposés pour les hôpitaux et les ambulances, peuvent également s'appliquer dans tous les hospices. Ainsi, chaque pièce devra recevoir une ou plusieurs cheminées, et l'ensemble de l'établissement devra en outre pouvoir être chauffé modérément par un calorifère général.

Une seule exception devra être faite pourtant dans le cas où l'hospice renfermerait des aliénés; il importerait alors que le feu découvert ne puisse jamais rester à la portée des malades, afin d'éviter les accidents qui pourraient être causés par l'inconscience des aliénés; il faudra donc, pour ces asiles, se contenter d'y placer un calorifère général; ou si, on juge les cheminées nécessaires à la ventilation naturelle, avoir soin d'en fermer l'ouverture par une grille fermant à clef.

Prisons. — La loi du 5 juin, 1875, ayant fixé le mode de construction des prisons, qui doivent désormais être toutes du système cellulaire, afin d'isoler les condamnés à plus d'un an de prison, nous n'avons donc à nous occuper ici que des systèmes de ventilation et de chauffage applicables aux prisons cellulaires.

La prison Mazas, à Paris, était autrefois chauffée et ventilée au moyen de dispositions spéciales dues à l'ingénieur Grouvelle; bien que ces dispositions

soient loin d'être parfaites, nous en donnerons cependant une description d'après Péclet, (1) figures 45 et 46.

Disposition des bâtiments. — La prison cellulaire des prévenus est composée de six corps de bâtiments qui rayonnent autour d'un centre commun. Au milieu de chacun de ces bâtiments se trouve un grand corridor qui s'élève jusqu'à la toiture; il est fermé à son extrémité par un vitrage qui règne sur toute la hauteur. De chaque côté, au rez-de-chaussée et aux deux étages supérieurs, se trouvent une série de cellules, contiguës, d'une capacité de 20^{m3}; leur nombre total est de 1200.

Principe du chauffage, fig. 45. — Le principe sur lequel repose le système de chauffage de Grouvelle, est le chauffage de l'air par son contact avec des tuyaux de circulation d'eau chaude. Ce qui particularise ce système, c'est la transmission de la chaleur à l'aide de la vapeur partant de générateurs placés dans les caves et se rendant dans des réservoirs d'eau placés à différents étages et servant à la circulation.

Dans ce système, la circulation d'eau chaude n'a lieu que sous une pression très-faible, et les divers étages d'un même bâtiment ne sont pas solidaires sous le rapport du chauffage, qui peut être interrompu pour un étage non occupé.

Ventilation, fig. 46. — La ventilation est produite par l'appel d'une vaste cheminée de quatre mètres carrés de section et de 29^{m} de hauteur, placée au centre des bâtiments.

L'air appelé dans l'intérieur des cellules et destiné à la ventilation est chauffé en hiver au contact des tuyaux à eau chaude. La totalité de l'air expulsé des cellules par la ventilation descend par les tuyaux qui servent à l'écoulement des déjections des prisonniers. Chaque cellule renferme un siége, terminé par un tuyau de descente qui se dirige sous la cave. La ventilation a pour but de maintenir pure l'atmosphère des cellules, en leur fournissant une quantité d'air extérieur suffisante pour remplacer celle qui est viciée par la respiration et les émanations du prisonnier; elle doit être assez grande pour s'opposer aux émanations du tuyau de descente.

Dispositions des appareils dans les bâtiments. — Dans chaque bâtiment et le long des corridors, se trouvent, au premier et au deuxième étage, des balcons sur lesquels s'ouvrent les cellules. Au-dessous de ces balcons, placés à droite et à gauche, se trouvent des caniveaux dans lesquels des tuyaux en fonte forment deux circuits parallèles que l'eau chaude parcourt en sens contraires, afin que sur chaque point la température soit à peu près constante. Pour le rez-de-chaussée, ces tuyaux sont placés dans un canal situé au-dessous du sol du corridor et toujours au pied des cellules. Les caniveaux sont séparés dans la direction des murs des cellules, par des cloisons transversales. Chacun de ces intervalles communiquait primitivement avec l'atmosphère par un canal creusé dans le sol de la cellule; depuis, cette disposition a été remplacée par des communications avec l'air du corridor. Ces mêmes espaces communiquent avec les cellules par un canal qui se termine par plusieurs grilles. Chaque circuit des tuyaux à eau chaude communique avec un réservoir dans lequel l'eau est chauffée par la condensation de la vapeur qui circule dans un serpentin. Six chaudières peuvent fournir la vapeur à tous les réservoirs au moyen d'une conduite générale.

Dans chaque cellule se trouve un siége d'aisances, composé d'une cuvette en

(1) Nouveaux documents sur le chauffage et la ventilation. 1854. p. 7.

fonte et d'un tuyau de descente aboutissant à un tonneau de vidange. Tous les tonneaux d'un même bâtiment sont rangés dans une galerie souterraine ayant toute la longueur du corridor sur lequel s'ouvrent les cellules.

Les six galeries souterraines aboutissent par leurs extrémités les plus rapprochées, à un canal commun, annulaire, en communication avec la cheminée d'appel. Les autres extrémités des galeries communiquent avec l'extérieur, mais elles sont fermées par de doubles portes parfaitement closes, et peuvent laisser passage à un charriot roulant sur un chemin de fer destiné au transport des tonneaux.

Il résulte des dispositions que nous venons d'indiquer, que l'eau des réservoirs étant chauffée par la vapeur circulant dans les serpentins, il s'établit, en vertu de l'inégalité de température, une circulation entre les réservoirs et les tuyaux qui partent de ces réservoirs et longent les cellules. La circulation s'établit d'une manière continue, car l'eau des tuyaux se refroidit constamment et revient s'échauffer dans les réservoirs. Le foyer de la cheminée d'appel, placé dans les caves, étant constamment allumé, il en résulte un appel de l'air des cellules à travers les tuyaux de descente. Cet air traverse les galeries souterraines et gagne le foyer d'appel. Les portes de ces galeries fermant bien, il ne peut y avoir appel direct de l'air extérieur. A mesure que l'air sort des cellules, il est remplacé par de l'air venant des corridors et échauffé par son contact avec les tuyaux de circulation d'eau chaude. »

Fig. 45. — Prison Mazas, chauffage, système Grouvelle. C. C, réservoirs d'eau chauffés par la vapeur ; E. E, vases d'expansion ; P, eau froide ; Q, air vicié.

En 1872, une commission fut chargée d'examiner les perfectionnements qui pourraient être apportés à cet ingénieux système. Nous extrayons ce qui suit de l'intéressant travail du professeur Trélat, rapporteur de cette commission (1) :

« Ce très-intéressant système a su faire application de toutes les ressources que la science et l'expérience mettaient à la disposition du constructeur pour résoudre un problème entièrement nouveau. Il fait le plus grand honneur à son auteur, feu Grouvelle. Pourtant, après vingt années d'observation sur son fonctionnement, alors que l'état d'usure des appareils nécessite une réinstallation, et au moment où il faut faire un choix parmi les dispositions à prendre, on

(1) *Gazette des architectes*, nos 8 et 9, 1872.

doit reconnaître que le chauffage de la prison Mazas restait insuffisant à bien des égards.

On peut dire qu'en fait, les cellules n'ont jamais été ni complétement ni suffisamment chauffées. Par les temps froids, la température atteignait difficilement 12°, et par tous les temps de chauffage, la chaleur introduite dans la cellule se cantonnait aux abords de l'entrée, en laissant se refroidir le reste de la pièce.

Quand on se rappelle que l'air est le véhicule introducteur de la chaleur dans la cellule, on se rend compte de ce défaut par les dispositions et les proportions des surfaces chauffantes sous les balcons et par la place de l'orifice d'introduction dans la pièce :

1° Les surfaces de chauffe sont des tuyaux horizontaux qui ne peuvent avoir qu'une longueur limitée, puisqu'en conséquence du parti pris, chaque cellule est chauffée par une section de tuyaux isolée au droit des deux murs séparatifs des cellules. Le développement circulaire de la surface des tuyaux est lui-même limité par l'espace disponible entre les branches des consoles de fonte, qui soutiennent les balcons et la gaîne. Par cette double cause, chaque cellule ne bénéficie que d'une surface de chauffe de $0^{m},75$, surface insuffisante qui n'a jamais pu être augmentée, malgré le désir qu'en avait l'auteur du système.

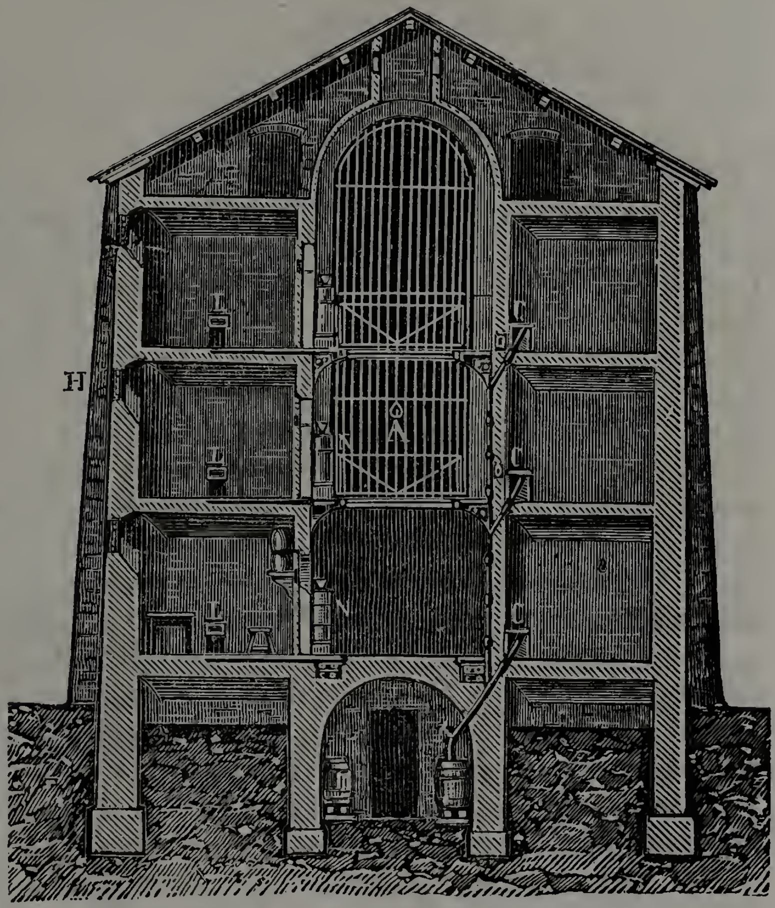


Fig. 46. — Prison Mazas, ventilation, système Grouvelle; A. Balcons; C. C, sièges d'aisances aspirant l'air vicié; H, fenêtres; L. L, bouches d'arrivée d'air pur; N. N, vases d'expansion de l'eau chaude.

2° En passant dans la gaîne pour se chauffer, l'air venu de la galerie chemine *horizontalement* le long ou au-dessus des surfaces de chauffe. C'est la disposition la plus ingrate, la plus pauvre en effet utile, c'est-à-dire la moins favorable au prompt dépouillement de la chaleur du métal au bénéfice de l'air. De ce second chef, il résulte que l'air utilise mal la chaleur des tuyaux.

3° Enfin, l'air plus ou moins bien chauffé, entre sur le côté au milieu de la profondeur de la cellule. Aussitôt engagé dans la pièce, il se dirige suivant le cours de l'appel et gagne, par un détour diagonal, l'orifice du siége d'aisances, sans avoir voyagé vers la fenêtre, dont la contrée demeure inchauffée. »

A la suite de ce rapport et du concours qu'il concernait, l'ingénieur d'Hamelincourt fut chargé de modifier le système et d'appliquer les dispositions suivantes (1) :

Les dispositions générales de l'ancien système ont subsisté en ce qui concerne

(1) Péclet, 4e édition. tome III, p. 416.

la ventilation, mais deux modifications principales sont intervenues : Le remplacement du chauffage à l'eau par le chauffage à vapeur, et l'emploi d'un appareil mécanique pour produire l'appel dans la cheminée générale d'extraction.

Sur les tuyaux de vapeur, qui circulent dans les galeries au niveau du sol, se branche au droit de chaque cellule un tuyau de $0^{m},015$, muni d'un robinet ; chacun de ces tuyaux passe dans un caniveau pratiqué sous le sol de chaque cellule et aboutit à l'angle opposé au siége d'aisances, là il se recourbe et vient pénétrer dans le tuyau vertical de chauffage où il s'enfonce d'un mètre ; un autre tuyau part du bas du tuyau de chauffage et, placé parallèlement au premier, ramène l'eau de condensation dans le tuyau de retour.

Les tuyaux de chauffage sont en fonte, à joints de caoutchouc ; ils sont logés dans des gaînes placées, une dans chaque cellule, à l'angle vertical opposé au siége d'aisances ; ces tuyaux ont toute la hauteur des trois étages de cellules et traversent le plancher du premier et du deuxième étage ; ils sont terminés à la partie supérieure par une calotte qui porte un robinet à air et, dans le bas, par une bride recevant une plaque en fonte sur laquelle sont taraudés les tuyaux d'arrivée de vapeur et de retour d'eau.

L'air pur est introduit dans les galeries et subit un premier échauffement à son entrée au moyen de poêles à vapeur, disposés aux extrémités des galeries, puis il pénètre dans chaque cellule par un canal horizontal placé sous le sol de la cellule et aboutissant au pied de la gaîne verticale, qui contient le tuyau de chauffage ; cet air sort échauffé à la partie supérieure de la gaîne, traverse diagonalement la cellule et en sort par le siége d'aisances, pour se rendre à la cheminée d'appel. L'appel dans cette cheminée est produit au moyen d'une hélice, mise en mouvement par une machine Farcot, de quatre chevaux.

Nous ferons d'abord remarquer que cette modification du système de l'appel ne nous parait pas heureuse, elle a l'inconvénient grave de lancer dans l'atmosphère $27,000^{mc}$ d'air vicié par heure, à une température qui peut être inférieure à celle de l'air extérieur! Il peut donc arriver que cet air vicié retombe immédiatement sur la prison. Or, il faut bien observer que cet air est profondément insalubre, puisqu'il a dû parcourir les tuyaux de descente des siéges d'aisances, il est donc infecté au plus haut degré ; de plus, en temps d'épidémie, il pourrait certainement se charger de miasmes et germes contagieux fort dangereux. La ventilation ainsi pratiquée, nous paraît donc éminemment dangereuse pour la prison et pour le quartier qui l'entoure, et il nous est impossible de conseiller l'application de dispositions aussi insalubres.

Voici les dispositions qui nous paraîtraient les meilleures :

Le chauffage serait effectué soit à la vapeur, comme il est installé maintenant à Mazas, avec cette modification que le tuyau distributeur de vapeur serait placé dans le comble au-dessus des dernières voûtes, en évitant ainsi les dépôts d'eau condensée dans ce tuyau.

Ou bien, ce chauffage serait opéré au moyen d'une circulation d'eau longeant le mur extérieur de la cellule à la hauteur du parquet, ainsi que l'a proposé l'ingénieur Grouvelle fils ; cette circulation serait chauffée à la vapeur comme celle primitive de Mazas. Ce procédé aurait l'avantage d'éloigner toute crainte de fuite de vapeur dans les cellules ; fuites qui présenteraient de grands dangers pour un prisonnier enfermé, qui ne pourrait les éviter.

Cette disposition de tuyau de chauffage horizontal est d'ailleurs admise par le ministère de l'intérieur, et il l'a fait appliquer au modèle de cellule de l'Exposition de 1878, (Pavillon du Ministère de l'Intérieur). (1)

(1) La ventilation du modèle de cellule exposé ne nous semble pas bien comprise, et nous la croyons contraire à tous les principes sanitaires.

La ventilation pourrait être obtenue d'une façon hygiénique, en employant le dispositif suivant :

L'air vicié s'échappe par un conduit de 0m,20 de diamètre, *spécial à chaque cellule*, montant dans l'épaisseur des murs jusqu'au dessus du toit où il débouche *directement* dans l'atmosphère; chaque cellule comporte donc un *tuyau de cheminée* qui lui est particulier; ce tuyau reçoit directement les produits de la combustion du gaz, et il contient même le bec de gaz éclairant la cellule, ce qui contribue à assurer son appel pendant les saisons intermédiaires. Ce bec de gaz pourrait d'ailleurs, au besoin, être tenu constamment allumé, en temps d'épidémie, par exemple. Il est aisé de voir que la ventilation de chaque cellule serait ainsi parfaitement assurée d'une façon indépendante et complète, et que l'air vicié rejeté directement dans l'atmosphère par le *plus court chemin* serait immédiatement *dispersé* dans l'air ambiant, sans avoir passé par de longs circuits infects, augmentant sa résistance et son insalubrité, et le concentrant dans une cheminée centrale pour en former une cascade de miasmes retombant du haut de cette cheminée sur la prison et ses abords.

Afin d'éviter tout retour des gaz infects provenant des siéges d'aisances, nous proposons d'adopter le siége hydraulique système Jennings, du type le plus simple. L'eau étant déjà admise dans les cellules pour la cuvette de toilette, il serait, on le voit, très facile d'installer ces siéges hydrauliques, indispensables d'ailleurs pour se mettre à l'abri de tout retour des gaz, ainsi que nous l'avons déjà expliqué au chapitre Water-closets.

Cet excellent système de siéges hydrauliques a d'ailleurs été conseillé, avant nous, par un éminent hygiéniste, le professeur Gallard (1), qui s'exprime ainsi :

« A la prison Mazas, on fait sortir l'air vicié en l'aspirant par le tuyau de descente de la latrine, placée dans chaque cellule. Ce mode d'évacuation n'est pas sans inconvénient; il expose à des rentrées d'air quand on ouvre la fenêtre, et alors le courant s'établissant en sens contraire, rapporte, d'abord dans la cellule, puis dans le reste de la prison, un air sensiblement altéré par son passage à travers les tuyaux destinés exclusivement à son extraction.

Il vaudrait infiniment mieux avoir des conduits de latrines fermés hermétiquement, et largement balayés par un fort courant d'eau, comme ceux qui, depuis quelques années, sont installés dans plusieurs hôpitaux de Paris. »

Eglises. — Le chauffage des églises peut être obtenu en employant les calorifères à air chaud ou à vapeur, quand ce chauffage doit être intermittent; ou par l'intermédiaire d'une circulation d'eau, quand il doit être permanent.

La ventilation des églises doit être prévue, car il s'y produit parfois un véritable encombrement; il faut donc ménager, vers le sommet des voûtes, des ouvertures suffisantes pour l'évacuation de l'air vicié, et dans les parties inférieures, un nombre suffisant de prises d'air extérieur assurant la facile entrée de l'air pur, passant au besoin sur des surfaces de chauffe, ou dans des conduits de mélange, permettant de l'introduire à la température désirée.

Les églises renferment parfois des salles de catéchisme, reçevant de nombreux enfants. Ces salles doivent pouvoir être chauffées et ventilées isolément; ce qui s'obtiendra facilement en leur appliquant les procédés indiqués plus haut pour les écoles primaires.

Salles de bal, de concert, de grandes réunions, cirques, théâtres. — Toutes ces salles pouvant être ventilées et chauffées par les mêmes systèmes que ceux des théâtres, nous aborderons tout de suite l'étude de ces systèmes.

(1) *Applications hygiéniques du chauffage et de la ventilation*, p. 47.

Système d'Arcet, pl. VI. — Le savant chimiste d'Arcet a publié, en 1827 (1), une étude approfondie sur cette difficile question ; nous en extrayons les passages suivants :

« *Chauffage.* — Le chauffage des théâtres doit se faire par trois procédés différents : il faut établir des caisses chauffées au moyen de la vapeur, et placées au niveau du sol, dans le vestibule, au foyer et à chaque étage, dans les corridors de la salle.

Le désir que l'on a en France de voir le feu, exige qu'il y ait au foyer une ou deux cheminées ordinaires, et il faut, en outre, établir dans les caves du théâtre, de bons appareils calorifères, capables d'échauffer tout l'air neuf qu'exige l'assainissement de la salle.

On voit qu'en réunissant ces trois moyens de chauffage, et qu'en s'en servant de la manière la plus convenable, l'on doit facilement arriver à procurer à la salle la température nécessaire.

Quand à l'échauffement de la scène, nous pensons qu'on ne doit l'opérer qu'au moyen de la vapeur, afin d'y diminuer les dangers d'incendie.

Ventilation. — Il y a cinq conditions principales à réunir pour assainir un théâtre. Il faut que la température de l'air y soit celle que l'on désire ; que cette température y soit à peu près constante pendant la durée du spectacle ; que l'air y soit continuellement renouvelé, pour qu'il ne s'y trouve surtout ni miasmes ni gaz délétères en quantité nuisible ; que la ventilation n'établisse pas de courants gênants ; enfin que cet air soit chargé autant que possible en arrivant dans la salle, de la moitié de l'eau qu'il doit contenir pour être saturé. Nous allons décrire maintenant les appareils à employer pour opérer dans la salle la ventilation forcée, nécessaire à son assainissement, pl. VI.

Ayant constaté que la combustion de l'huile ou du gaz servant à l'éclairage des lustres, donnait une chaleur plus que suffisante pour bien opérer la ventilation, nous n'avons eu qu'à établir les appareils nécessaires pour employer cet élément, et régulariser à volonté ce moyen d'appel.

Il nous a suffi pour cela de faire élever, à l'aplomb du lustre, une cheminée de grandeur convenable, montant au-dessus de la toiture, ne communiquant avec la salle que par l'ouverture percée au-dessus du lustre, et portant assez haut dans l'atmosphère tout l'air vicié qui doit être évacué.

Nous avons fait établir, en outre, une seconde cheminée d'appel, en tout semblable à la première, au-dessus de la scène, et nous avons fait garnir ces cheminées de trappes à deux ventaux, servant à en diminuer à volonté les ouvertures.

Ces deux cheminées d'appel nous donnent le moyen de chasser au-dehors l'air renfermé dans le théâtre, soit du côté de la scène, soit du côté de la salle.

Il reste alors à prendre les mesures les plus convenables pour introduire dans le théâtre l'air pur nécessaire à la ventilation, sans gêner en rien les spectateurs.

L'expérience ayant prouvé que c'était dans la salle même qu'il fallait renouveler l'air, et non sur la scène, nous avons pensé à faire entrer l'air des corridors dans la salle, par des ouvertures ménagées dans les planchers des loges, et qui amènent l'air chaud ou frais au bas de leur devanture. On conçoit qu'en multipliant ces tuyaux, qu'en prolongeant le faux plafond tout autour de la salle, et en en plaçant à chaque rang de loges, on arrivera facilement à pouvoir introduire ainsi dans la salle, l'air pris au haut des corridors, en assez grande quantité pour suffire à la ventilation exigée, et que commande l'appel du lustre. On

(1) *Annales d'hygiène.* t. I.

a, en outre, fait établir une communication directe entre chaque loge et la grande cheminée d'appel, au moyen d'un système de tuyaux de petit diamètre, ce qui donne le moyen d'établir une légère ventilation au fond de chaque loge. Au haut de chaque porte de loge a été aussi ménagé un petit vasistas grillé, pour que le spectateur puisse introduire à volonté, dans sa loge, l'air pur du corridor sans en être incommodé. Enfin, on a établi une communication directe entre le plafond de l'amphithéâtre du cintre avec la grande cheminée d'appel, au moyen de gaînes en bois qui y établissent une ventilation constante. »

Système du général Morin, *appliqué aux théâtres Lyrique et du Châtelet* fig. 47. — Ce système emploie les mêmes moyens que d'Arcet pour l'introduction

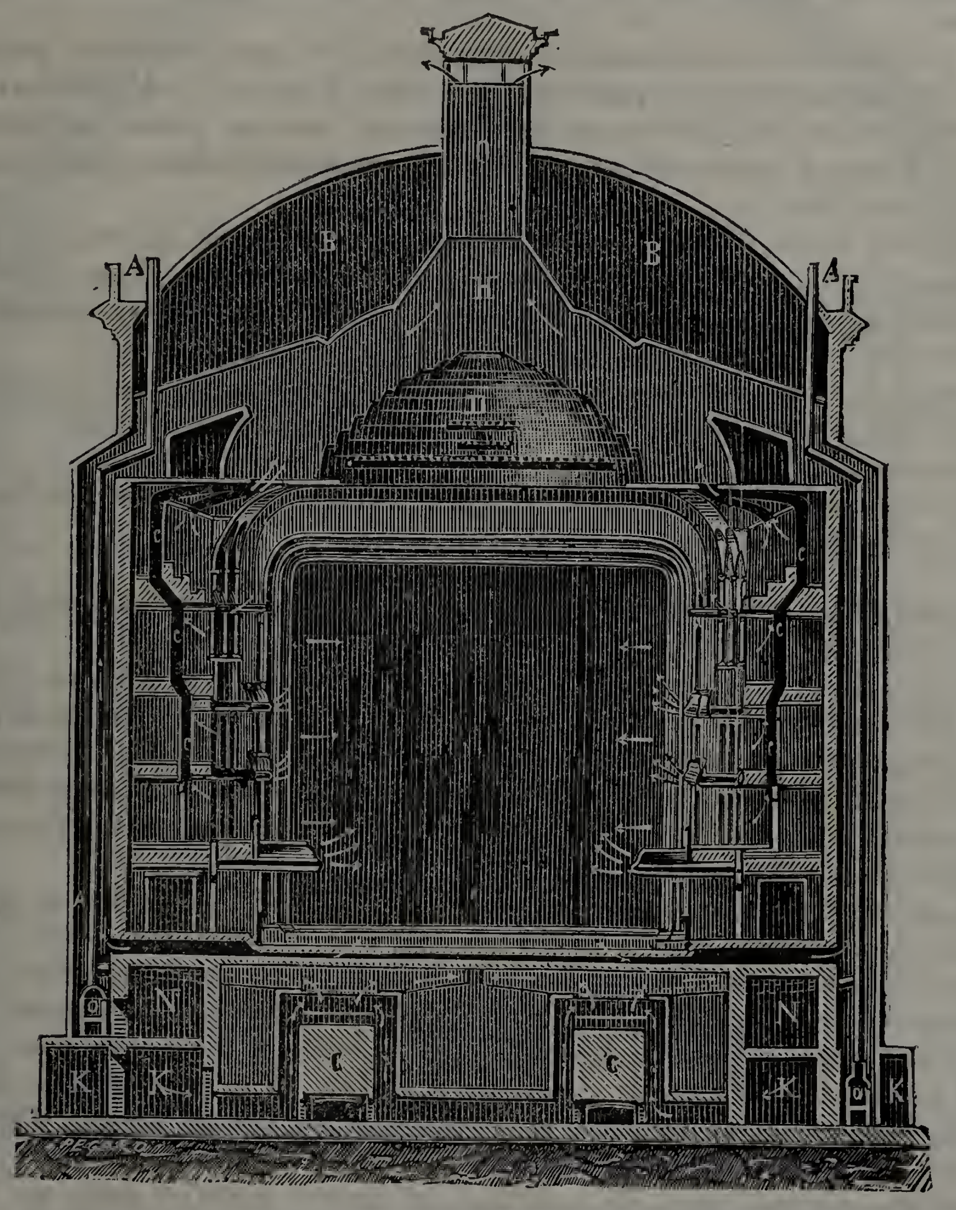


Fig. 47. — *Théâtre Lyrique.* Ventilation, système Morin. A. A, Cheminée d'appel de l'air vicié du parquet; B. B. Comble; C. C, Calorifères à air chaud; H, Chambre d'appel de l'air vicié; K. K, Arrivées d'air pur; N, N, Air pur; O, Cheminée d'évacuation de l'air vicié de la salle.

de l'air pur, qui pénètre dans la salle par des vides ménagés dans les planchers des loges.

Mais l'extraction de l'air vicié est produite d'abord au niveau du parterre et de l'orchestre, et au fond de chaque loge. Cet air vicié ne peut donc plus s'échapper par le trou du lustre, qui, dans ce système, est remplacé par un plafond continu en verre, laissant passer la lumière par transparence. Il n'existe donc aucune

ouverture supérieure au centre de la salle, et il en résulte forcément une chaleur intolérable, puisque l'air, plus ou moins frais, introduit par les planchers des loges tombe, en vertu de sa plus forte densité, et va gagner *immédiatement* les orifices du parterre, sans pouvoir rafraîchir le haut de la salle, où l'air chaud et vicié reste confiné par zônes de plus en plus chaudes et de plus en plus insalubres.

Système d'Hamelincourt, *appliqué à l'Opéra de Paris, exposé en 1878.* — La scène du théâtre de l'Opéra est chauffée au moyen de calorifères à eau chaude, afin de fournir un air plus pur. La salle est chauffée par des calorifères à air chaud, afin de pouvoir faire varier plus rapidement la température de l'air introduit.

L'air pur pénètre dans la salle, comme dans les deux systèmes précédents, par le vide réservé entre les planchers des loges. L'air vicié est extrait au *niveau du parterre* et au fond de chaque loge, par une bouche percée au *niveau du plancher.* Enfin, le lustre est surmonté d'une cheminée laissant passer une *petite quantité* d'air vicié.

L'ensemble de ces dispositions laisse beaucoup à désirer, car on voit que l'air est partout extrait aux points les plus bas de chaque étage, il en résulte qu'on extrait justement ainsi l'air le plus pur et le plus frais, et, qu'au contraire, l'air chaud et vicié reste cantonné dans toutes les parties supérieures.

La ventilation des couloirs est également insuffisante, et on y respire un air vicié échauffé par les appareils d'éclairage au gaz, dont les produits se répandent librement dans toute la salle.

Ce système nous semble donc absolument contraire à tous les principes d'une ventilation hygiénique.

Système Sax. — Adolphe Sax, l'ingénieux et savant inventeur, a proposé un système particulier dont nous lui empruntons la description (1).

« J'isole le foyer d'éclairage par un double verre, et je le mets en communication avec l'air extérieur par une cheminée d'appel. Ce foyer ainsi isolé ne peut s'alimenter d'air que par une sorte de système de conduits artériels extrêmement multipliés et qui vont au moyen d'artérioles s'évasant en pomme d'arrosoir percées d'un tamis très-fin, aspirer sur tous les points de l'atmosphère intérieure de la salle.

Cette atmosphère ainsi continuellement épuisée par l'aspiration de la cheminée d'appel, ne pourra se renouveler que par une vaste cloison percée de trous, en tamis, et située tout à fait au fond du théâtre. L'air qui proviendra de cette aspiration continuelle pourra être introduit à une température agréable, fraîche l'été, tiède l'hiver, passant de la scène dans la salle, et de la salle dans les couloirs, il servira naturellement de véhicule au son, et le portera dans son intégrité aux places les plus reculées, sans pour cela établir un courant d'air appréciable. »

Ce système n'ayant point été appliqué, on ignore jusqu'ici quels en seraient les effets. Mais il nous paraît bien difficile que l'air pur suive *précisément* le chemin qui lui est si savamment indiqué par l'ingénieux inventeur.

Système Bohm. *Appliqué à l'Opéra de Vienne et à l'Opéra de Londres*, fig. 48. — La ventilation de l'Opéra de Vienne est considérée aujourd'hui, par presque tous les ingénieurs et les hygiénistes, comme un modèle approchant beaucoup de la perfection ; on lui reproche seulement une certaine complication, mais il

(1) Salle de Théâtre Sax, p. 5.

serait facile de simplifier ce système en lui conservant pourtant tous ses précieux avantages.

Nous en empruntons la description à une brochure publiée par un des architectes de l'Opéra, Sicard de Sicardsburg (1), fig. 48.

« Le mouvement de l'air occasionné par la ventilation se fera suivant les lois

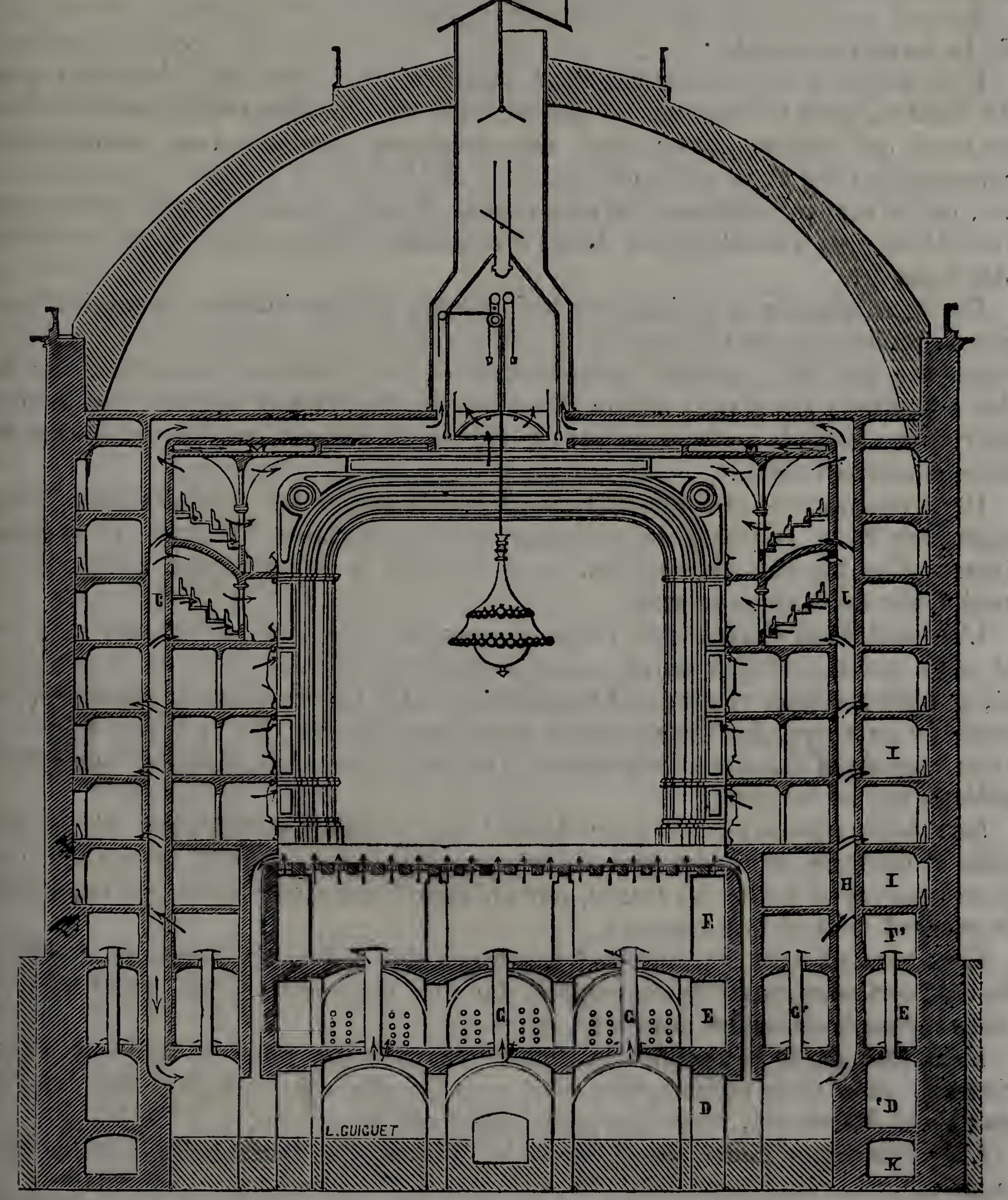


Fig. 48. — *Opéra de Vienne*, système Bohm. DD'. Chambres d'air froid; E' E. Chambres d'air chaud; F' F. Chambres de mélange d'air; G' G. Tuyaux d'air froid; H. J. Tuyaux d'air pur; I. I. Couloirs; K. K. Canaux d'air froid pour l'été; M. M. Débouché d'air froid supplémentaire pour l'été, provenant des canaux K. K.

naturelles, de bas en haut, l'air incommodément chaud (air vicié) pouvant s'élever et s'échapper par l'ouverture du lustre, pendant que l'air, frais ou échauffé suivant les besoins, sera introduit par le plancher du parterre et aux points les plus bas de toute les loges et galeries, avec une vitesse très-modérée et insensible.

(1) Stand der Ventilations-Frage.

La provision d'air à régler, suivant les besoins, la partie la plus difficile de la tâche, est assurée par une machine à vapeur de 16 chevaux qui met en mouvement rotatoire un petit ventilateur de Heger, lequel, suivant les circonstances de température dans la salle et en tenant compte du nombre des spectateurs, insufflera au minimum 90,000 M³ par heure, c'est-à-dire plus de 30 M³ par tête et par heure, avec une vitesse de 0m,31 par seconde.

Suivant ces traits de base déterminés à l'avance, la ventilation fut installée de la manière suivante :

L'air arrive de l'extérieur par deux puits qui sont pratiqués des denx côtés du théâtre, dans les annexes du jardin, dans des localités souterraines de 7m,6, de haut, qui forment, pour ainsi dire un grand réservoir dans lequel l'air se rafraîchit en été et se réchauffe en hiver. De là, cet air va vers le ventilateur à vis, qui le met spécialement en mouvement et qui, selon sa vitesse de rotation, fait entrer plus ou moins d'air dans l'espace situé sous le parterre et les couloirs des loges D.

Ces deux espaces se divisent en trois étages. L'étage inférieur D reçoit l'air tel que le lui livre le ventilateur; de là cet air monte, soit directement dans l'étage supérieur par des conduits cylindriques, G, de 1 mètre de diamètre, soit par des ouvertures annulaires autour des conduits dans l'étage moyen E, la chambre de chaleur, dans laquelle circulent des tuyaux de vapeur, qui doivent la chauffer dans la saison froide.

De la chambre de chaleur, l'air chaud monte autour des conduits dans l'étage supérieur F, la chambre de mélange où il se marie à l'air froid venu directement d'en bas par les conduits, et où il prend la température à laquelle on veut l'introduire dans la salle.

L'air sort de la chambre de mélange avec une vitesse de 0m,31, par seconde, et entre par le plancher percé à jour du parterre, sous les siéges de ce parterre, et, par les conduits verticaux H mentionnés, dans les corridors du parterre, des loges du parterre, des premières et deuxièmes galeries. De la partie annulaire extérieure de la chambre de mélange, l'air monte aux troisièmes et quatrièmes galeries par les tuyaux J.

Une telle séparation de l'air destiné aux galeries supérieures, et de celui pour le parterre et les galeries inférieures (baignoires) paraît nécessaire, car, si on pourvoyait à tous les étages, par un espace commun, les étages supérieurs le seraient désavantageusement.

L'air conduit dans les couloirs I des loges des différents étages, par les conduits H, verticaux, passe de ces couloirs dans les loges elles-mêmes par des ouvertures ménagées dans les portes de celles-ci.

L'air qui part de la chambre annulaire de mélange pour les galeries supérieures, entre dans l'espace vide situé sous les siéges de l'amphithéâtre et, par les degrés de celui-ci, arrive jusqu'au public qui s'y trouve.

L'air incommodément chaud (air vicié) se meut des loges et des galeries vers la salle, d'où, réuni avec celui du parterre, il s'élève de lui-même, d'après les lois physiques, et s'échappe par l'ouverture au-dessus du lustre, car les brûleurs-soleils agissent comme force d'appel.

(Un ventilateur hélice à vapeur a été ajouté, en cet endroit, à ce moyen d'appel.)

Des amphithéâtres des 3e et 4e galeries, où un plus grand nombre de personnes sont réunies, et où le plafond s'élève en allant vers l'arrière, l'air est encore extrait par des conduits qui partent du bord le plus élevé du mur d'arrière et qui débouchent au-dessus du plafond dans l'espace cylindrique qui entoure les brûleurs-soleils ; là il est fortement chauffé par ceux-ci.

L'air vicié extrait par ces différents chemins et affluant dans la chambre d'éclairage, s'échappe à l'extérieur par une cheminée de 4m,16, de diamètre, dans

laquelle l'évacuation est réglée, à l'aide d'un registre, proportionnellement à la quantité d'air envoyée par la machine ; de cette sorte, même en ouvrant les portes, il n'est donné à l'air extérieur aucune cause de pénétrer à l'intérieur de la salle.

Avant l'entrée du public, quand le ventilateur est sans action, il s'agit simplement d'échauffer toute la salle, alors, l'air froid suit un chemin inverse, s'écoule par tous les canaux verticaux vers l'étage inférieur, sous le parterre, pour remonter, échauffé, par le plancher. Pour le parterre on a même pratiqué sous le parapet des loges de baignoires, dans le mur d'enceinte, des conduits d'écoulement pour l'air froid, lesquels doivent être fermés quand on fait fonctionner la ventilation.

Dans les jours chauds de l'été, l'air qu'on introduirait par les moyens que nous venons d'indiquer peut ne pas suffire, et il peut être très-avantageux de s'arranger pour que l'on puisse directement par le haut, au plafond, insuffler de l'air dans la salle.

Dans ce but, il existe sous le canal annulaire D', existant au-dessous des couloirs des loges, un second canal K (canal d'été), qui peut être alimenté d'air à l'aide du registre principal placé derrière le ventilateur, et qui peut amener cet air dans la partie creuse du plafond par les puits verticaux qui sont dans les quatre coins de la salle, et, par les parties du plafond M en forme de bandeau qui existent sur toute la périphérie, il entre ainsi plus de 26,000^{m3} d'air par heure, qui ne gêne personne (Sicard de Sicardsburg). »

Le succès incontestable obtenu par les habiles dispositions du docteur Bohm ne nous surprend point, car il s'accorde parfaitement avec toutes les idées que nous avons précédemment exposées ici : Nous avons d'abord prouvé que l'air chaud et vicié se portait toujours au plafond et que c'était là qu'il devait être extrait et non au ras du parquet, ainsi qu'on le fait encore presque partout.

D'un autre côté, le système Bohm possède le précieux avantage de placer les spectateurs dans un courant d'air pur, puisque l'arrivée de cet air est très-voisine de leur corps, ils respirent donc un air parfaitement sain et exempt de tout miasme, ce qui ne peut être obtenu par les systèmes produisant l'extraction près du spectateur et l'arrivée loin de lui.

On a objecté que ce système donnait lieu à une grande surveillance, qui, disait-on, n'était point nécessaire avec l'introduction par le plafond, loin du spectateur.

Cependant cette surveillance attentive a été reconnue nécessaire pour ce dernier système, par le général Morin, quand il fut chargé de ventiler la chambre des députés (1), où il se vit forcé d'installer un cabinet central pour la manœuvre des registres d'arrivée d'air froid et chaud, et des registres de départ d'air vicié, ainsi que la concentration des indications de la température ; ce qui n'a pas empêché les plaintes des députés au sujet des courants d'air.

Nous croyons, d'ailleurs, qu'un courant d'air tombant sur un crâne plus ou moins chauve, où sur les épaules découvertes des femmes, est beaucoup plus à redouter qu'un courant n'atteignant que les parties inférieures du corps, toujours bien abritées contre le froid et la chaleur. Ces courants d'air sont, du reste, complétement inoffensifs à l'Opéra de Vienne, grâce à d'ingénieux appareils d'avertissement et de manœuvre, placés dans le poste de l'ingénieur chargé de la haute direction des appareils.

Nous ne saurions donc trop conseiller l'emploi de cet excellent système, qui répond parfaitement, en théorie et en pratique à toutes les conditions réclamées par le chauffage méthodique et la ventilation rationnelle et hygiénique de tou-

(1) *Annales du Conservatoire*, tome IX.

tes les salles de spectacle, de cirque, de bal, de concert, et de grandes réunions publiques.

Système Bourdais et Davioud. *Palais du Trocadéro*, fig. 49.— Nous extrayons d'un travail de l'ingénieur Casalonga, les explications communiquées sur ce système, à la Société des ingénieurs civils, par un des architectes du palais :

« M. le Président donne la parole à M. Bourdais pour l'exposition du projet de chauffage et de ventilation de la grande salle des fêtes du palais du Trocadéro, étudié par MM. Bourdais et Davioud, les architectes de ce palais.

M. Bourdais explique que dès les premiers jours, on s'est préoccupé de préparer, dans l'édification du Palais, tout ce qui était nécessaire à l'installation d'appareils puissants, non-seulement pour la ventilation, à raison de 200,000 mètres cubes à l'heure, mais encore pour le chauffage qui devrait être ultérieurement organisé par les soins de la Ville de Paris, aussitôt qu'elle aurait pris possession du monument.

Le premier point à établir était celui qui concernait le sens du mouvement de l'air. En considérant successivement la manière dont se comportent les veines fluides quand elles pénètrent dans un vaste milieu, et quand elles en sortent pour s'écouler au dehors à travers des orifices nombreux, on a été amené à conclure que l'air pur devait arriver par le haut, loin du spectateur, mais pouvait être évacué par des ouvertures situées près de lui.

Ce principe admis, la circulation de l'air devait-elle se produire par appel, produisant une dépression dans la salle, ou par compression?

Si la salle est en dépression, toute porte ouverte y produira un courant d'air désagréable. Il est donc préférable d'y maintenir une faible pression à l'aide d'appareils mécaniques refoulants.

Le volume d'air à introduire par seconde étant de 56 mètres cubes, on a divisé l'édifice en deux parties symétriques ayant chacune un égal système de ventilation, devant fournir 28 mètres cubes, soit, pour une vitesse de 4 mètres, $\frac{28}{4} = 7$ mètres carrés pour la section des conduits.

Fig. 49. — Palais du Trocadéro. 1/2 Plan de la ventilation.

A. Amphithéâtre; B. Petits canaux d'air vicié; C. Loges; D. Parquet; E. Grand canal d'air vicié; F. Orchestre; H. Hélice aspirant l'air vicié; I. Cheminée de départ de l'air vicié; J. Prise d'air pur; K. Machines motrices; L. Calorifère; M. Hélice insufflant l'air pur; a, a, air vicié du parquet b. b. caves.

Entre la conque de l'orchestre et le mur pignon du côté de la place du Roi-de-Rome, il a été ménagé de chaque côté trois cheminées. L'une, partant du sol même des carrières du Palais et s'élevant au-dessus de l'édifice, permet de puiser l'air pur, soit dans les carrières mêmes du Trocadéro, soit dans la région située au-dessus du monument.

L'autre, s'élevant jusqu'à la coupole, verse par le haut dans la salle, l'air pur aspiré et refoulé par un propulseur.

La troisième sert à l'évacuatien de l'air vicié, lequel, à travers 5,000 bouches

inférieures versant dans de nombreuses ramifications, y est appelé par un autre propulseur qui le rejette définitivement dans l'atmosphère.

La figure 49, indique la position relative de ces trois cheminées.

Le développement des conduits et leurs divers coudes, donnent lieu à des frottements que, d'après D'Aubuisson, on peut déterminer par la formule :

$$P = 0,000,003 \frac{l}{D} v^2, = 0,000,003 \frac{200}{3} 4^2 = 0^m,0032$$

P étant, exprimée en hauteur d'eau, la pression nécessaire pour vaincre les frottements de l'air marchant avec une vitesse v, dans des conduits de longueur l et de diamètre D.

Mais, pour imprimer à cet air la vitesse v, abstraction faite des frottements, la pression correspondante sera déduite de la formule théorique

$$V^2 = 2gh = 2gx \frac{1000}{1,30}$$

en remplaçant la hauteur d'air h par la hauteur équivalente en eau $\frac{1000}{1.30}$, qui représente le rapport des densités des deux fluides; d'où $x = 0,001$ à ajouter à la pression correspondante aux frottements, soit une pression totale de $0^m,0042$, ou, pour se mettre en garde contre tous autres obstacles, 6 millimètres.

Une telle pression pourrait rendre incommode l'ouverture et la fermeture des portes qui auraient à supporter 6 kilog. par mètre carré de leur surface; elle donnerait lieu en outre à une déperdition sensible d'air.

On l'a donc divisée en deux pressions égales : l'une positive, donnée par l'organe de propulsion; l'autre négative, produite par l'organe aspirateur; ce qui permettra de régler la pression de la salle au degré voulu de pression positive.

Les 5,000 bouches d'évacuation, correspondant aux 5,000 spectateurs que doit contenir la salle, au lieu d'être placées sur le parquet et d'être obstruées par les poussières et par les vêtements des femmes, seront placées à des hauteurs variables du parquet, étant pratiquées dans l'espace triangulaire laissé entre deux retours opposés des dossiers de siége. Les ramifications sous le parquet sont en outre disposées de telle façon qu'elles concourent, avec un même parcours, vers un point d'appel central, de manière que chacune d'elle se trouve dans des conditions identiques d'aspiration, qu'indique suffisamment la fig. 49.

Restait à déterminer le système d'aspiration et de propulsion. L'étude des divers ventilateurs usités dans les mines, a convaincu qu'indépendamment du rendement qui aurait pu être faible, l'emploi de ces ventilateurs produisait un bruit considérable qui les rendrait inapplicables dans le Palais du Trocadéro.

A la suite des résultats que M. Ser, professeur à l'École Centrale, avait obtenus à l'Hôtel-Dieu où il avait fait usage d'une hélice, on a cru devoir songer à l'emploi de ce moyen, et MM. Geneste et Herscher furent chargés d'examiner l'ensemble du projet, pour lequel ils firent des expériences qui pourront faire l'objet d'une prochaine et intéressante communication.

Résumant sa communication, M. Bourdais dit que la salle du Trocadéro, contenant 5,000 spectateurs, alimentera d'air, chacun d'eux, à raison de 40 mètres cubes par heure; l'air arrivera par le haut de la salle, frais en été, chaud en hiver, descendra uniformément jusqu'au sol, et sera évacué par 5,000 bouches égales, réparties sur la surface du sol; la pression de l'air dans la salle sera positive et réglée à une mesure aussi faible que possible, au moyen des inégalités de vitesse de marche des hélices soufflantes et des hélices aspirantes; l'air

pur sera pris à volonté, soit au sommet des toits, soit dans les carrières du Trocadéro, il sera en tout cas expulsé loin des prises d'alimentation. »

L'expérience n'a point confirmé les prévisions de l'ingénieur Bourdais, et, loin d'avoir à redouter, pour l'ouverture des portes, les effets de la pression intérieure, il se produit, au contraire, par l'ouverture de ces portes, de violents courants d'air entrants, fort incommodes même en été. Nous avons parfaitement constaté la violence de ces courants. Le jeudi, 11 juillet 1878, nous occupions un fauteuil de parquet à l'est du palais (rang 17, n° 38), et, malgré l'éloignement de l'entrée la plus voisine placée à environ 10 mètres de nous, et une belle brise de l'Ouest, il se produisait des courants assez intenses pour agiter fortement les plumes des coiffures des dames placées devant nous.

D'un autre côté, aux étages supérieurs la chaleur est parfois assez forte pour devenir gênante, et nous sommes bien forcé de déclarer que la ventilation de cette salle ne répond nullement aux effets qu'en espéraient ses auteurs.

Nous n'en sommes d'ailleurs point surpris, car au lieu d'extraire l'air chaud et vicié au plafond, on enlève, au contraire, l'air le plus frais et le plus pur, près du parquet.

L'air pur, au lieu de pénétrer par en bas et de monter en s'échauffant tout en rafraîchissant la salle, pénètre, à l'inverse, par en haut, où il se mélange en partie à l'air vicié avant de parvenir aux poumons des spectateurs.

On a donc méconnu, dans cette application, les principes les plus élémentaires de la ventilation, et il eut été bien surprenant que les effets fâcheux que nous signalons ne se fussent pas produits après une telle absence de méthode.

Nous croyons donc, plus fermement que jamais, que c'est en s'inspirant du système Böhm, appliqué avec tant de succès à l'Opéra de Vienne, qu'on réussira le plus aisément à résoudre les grandes difficultés qu'on rencontre toujours dans l'application de la ventilation aux salles de théâtre et de concert.

En terminant ici ces sommaires études sur le chauffage et la ventilation des édifices privés et publics, nous tenons à faire observer qu'elles sont particulièrement basées sur les plus récents travaux des savants hygiénistes de tous les pays. Ce qui nous a permis d'aborder les diverses questions traitées, sans autre préoccupation que celle de satisfaire, avant tout, aux préceptes supérieurs de l'hygiène.

CHAUFFAGE DES SERRES.

Considérations générales. — Le chauffage des serres présente de grandes difficultés, à cause des énormes pertes de chaleur qui se produisent au travers des parois vitrées et des pertes d'air chaud qui s'échappe par les nombreux joints du vitrage. Cette ventilation par les joints étant presque toujours suffisante pendant les temps froids, il n'y a pas, en général, à se préoccuper de la ventilation des serres pendant la saison du chauffage. Nous ne traiterons donc, ici, que du chauffage des serres.

Nous avons vu, au chapitre *Chauffage*, que les pertes de chaleur par les vitrages verticaux pouvaient se calculer au moyen de la formule de Péclet pour une seule vitre : $M = 4 \times T$. Cette formule peut encore être employée pour les vitrages de serres recouverts de paillassons, car, d'après Grouvelle (1), il faudrait pour ces serres, et pour une différence T de 30 degrés, 1 mètre carré de tuyaux chauffés à l'eau chaude pour 5^{m2} de vitrage. Or, un mètre carré de tuyaux

(1) *Dictionnaire des Arts et Manufactures, article Chauffage.*

donne, d'après Péclet (1), une quantité de chaleur égale à $Q=8T$, T étant l'excès de température. Si le tuyau est chauffé à 90 degrés et la serre à + 15°, on aura $T=90-15=75$; il vient donc dans ce cas $Q=8\times 75=600$ calories.

D'un autre côté, la formule de Péclet pour les vitrages donne $M=4\times 30$. Quand il y a par exemple — 15 degrés de froid à l'extérieur, et + 15 degrés de chaleur à l'intérieur ; il vient donc $M=120$ calories dans ce cas, et pour 5 mètres carrés nous aurons $5M=120\times 5=600$ calories, nombre identique avec celui obtenu en suivant la méthode de Grouvelle.

Malgré cette heureuse concordance, nous avons cru devoir nous renseigner directement auprès des praticiens et des horticulteurs, afin d'être bien fixé sur ce point important : M. Grenthe, ingénieur, constructeur de serres, à Pontoise, donne la formule suivante : Surface $0^{m2},007$ de tuyau par degré de différence T de température et par mètre carré de surface vitrée. Cette formule donne pour 30 degrés $0^{m2},007\times 30=0^{m2},21$ de tuyau par mètre carré de vitrage.

M. de Vendeuvre, ingénieur constructeur à Asnières nous a communiqué les deux formules suivantes :

Pour 100^{m2} de vitrage de serres basses couvertes de paillassons, 12^{m2}, de tuyaux en fonte. Pour 100^{m2} de vitrage de serres élevées ou jardins d'hiver 24^{m2} de tuyaux.

M. A. Outendirck, l'éminent horticulteur de Beaumont-Persan, grand prix en 1878, nous a fourni le renseignement suivant ;

Une serre chaude de Persan est aisément chauffée par une surface de 32^{m2} de tuyaux, cette serre possède environ 144^{m2} de vitrage ; cette proportion conduirait à 22^{m2} de tuyaux pour 100^{m2} de vitrage.

Enfin, nous avons personnellement observé dans notre *serre froide* un excès de +15°, avec 8^{m2} de tuyaux pour 80^{m2} de vitrage, ce qui aurait demandé une surface de 16^{m2}, pour un excès de 30° ; surface identique à celle que donnerait la formule de Grouvelle. En récapitulant toutes ces observations nous avons formé le tableau ci-dessous.

Péclet, surface de tuyaux par mètre carré pour 30° de différence	$0^{m2},20$
Grouvelle	0 ,20
Grenthe	0 ,21
De Vendeuvre, serres basses	0 ,12
— hautes	0 ,24
Outendirck et de Mastaing	0 ,22
Wazon	0 ,20
Surface moyenne = $0^{m2},1985$	$=\frac{1,39}{7}$

Ce nombre est très-voisin de $0^{m2},20$ pour un mètre carré de vitrage. Nous croyons donc qu'il y a lieu d'avoir confiance dans la formule de Grouvelle et qu'on peut se contenter de donner 1^{m2} de surface de tuyaux chauffés à l'eau chaude pour 5^{m2} de surface vitrée couverte de paillasons.

Si les tuyaux de chauffage étaient placés sous le sol de la serre, dans un caniveau recouvert d'une grille, il y aurait lieu d'augmenter leur surface de moitié, car dans ce cas la formule de Péclet donnant $Q=4T$ pour les tuyaux enveloppés, on n'aurait plus qu'une transmission de $Q=4\times 75=300$ calories par mètre carré de tuyau d'eau chaude à 90°, dans un local à 15° ; il y a donc une

(1) *Traité de la chaleur*, tom. II p. 402, 3me *édit.*, n° 1737.

grande économie à placer les tuyaux de circulation d'un façon apparente, tout autour de la serre, au pied des parois verticales. En formant ainsi une barrière de chaleur, on *empêchera la gelée d'entrer*, suivant la juste expression des jardiniers.

Le chauffage par les poêles à air chaud donnerait lieu à une perte de chaleur (1) cinq fois plus forte et il aurait, de plus, de graves inconvénients : dessèchement de l'air, introduction de fumée, de suie, de cendres; nettoyages salissant toutes les plantes, chaleur trop intense et de trop courte durée, oxydes de fer ou condensations acides des gaz brûlés tombant sur les plantes, etc.

La pratique des horticulteurs a donc rejeté le chauffage par les poêles et calorifères à air chaud, et nous pouvons affirmer par notre propre expérience qu'il n'y a pour les serres aucun appareil de chauffage qui puisse présenter les avantages du thermosyphon, qui sont :

1° Une température égale et modérée de l'air de la serre et un bon état hygrométrique.

2° La propreté de la serre, car toutes les opérations de chauffage se font en dehors, et aucune suie ni cendres ne s'introduit en dedans.

3° Réduction du nombre des foyers, un seul fourneau pouvant suffire au chauffage de plusieurs serres, et des bâches à multiplication.

4° Longue durée du chauffage qui s'oppose aux grands froids de la nuit, grâce à la grande quantité de chaleur contenue dans l'eau chaude, car on sait que l'eau possède une chaleur spécifique très-élevée, dont on jugera par l'exemple ci-dessous :

La quantité de chaleur contenue dans un mètre de tuyau de $0^m,1125$ de diamètre, plein d'eau chaude à 100 degrés, égale 1000 calories.

Or, ces 1000 calories peuvent échauffer de 1 degré $\frac{1000}{1,3 \times 0,237} = \frac{1000}{0,308} =$ $3,246^{m3}$ d'air, et de 10 degrés, un volume de 324^{m3} d'air.

Ainsi, une serre cubant 324 M^3 d'air chauffé à 10 degrés ne contient pas plus de chaleur que celle contenue dans un mètre de tuyau de $0^m,112$ diamètre, contenant 10 litres d'eau chauffée à 100 degrés ; elle en contient même moins, car nous n'avons eu égard, dans cet exemple, à la dilatation de l'air qui diminue sa capacité calorifique.

Ce simple aperçu suffit cependant pour faire voir qu'elle est l'énorme somme de chaleur que l'on peut accumuler dans les tuyaux d'un thermosyphon.

D'un autre côté, il faut bien observer que cette grande somme de chaleur doit être rapidement fournie par la chaudière, il faut donc éviter l'emploi de tuyaux d'un diamètre trop grand. La pratique semble donner la préférence aux tuyaux de $0^m,10$ à $0^m,12$ de diamètre, qui suffisent parfaitement pour conduire l'eau chaude à une grande distance.

La surface de chauffe de la chaudière exposée au rayonnement du feu et au contact des gaz, est ordinairement de 1 mètre carré pour 4 kilogrammes de houille, ou 8 kilogrammes de bois, à brûler par heure.

Cette chaudière doit toujours être surmontée d'un vase d'expansion de l'eau, d'une capacité égale au $^1/_{20}$ de l'eau contenue dans tout l'appareil.

Le tuyau de départ de l'eau chaude doit être branché tout à fait au sommet de la chaudière, afin d'éviter les coups de bélier que pourrait causer la vapeur en repoussant l'eau. Pour éviter plus sûrement cet effet il faudrait que les tuyaux fussent posés en pente vers le point de retour.

(1) Le général Morin a trouvé, par des expériences directes faites au château de Ferrières, que M prend alors la valeur $M = 20 \times T$, pour un vitrage simple, et $M = 15 \times T$, pour un vitrage double.

Il faut aussi que le vase d'expansion soit placé au-dessus du dôme et mis en communication avec lui par un large tuyau.

Sur les tuyaux de chauffe il faut ménager des tuyaux d'évent pour l'air et la vapeur.

Il faut aussi que ces tuyaux reposent sur des rouleaux facilitant leurs mouvements de dilatation et de contraction.

Au passage des portes on fait passer ces tuyaux dans un caniveau couvert d'une grille, et la circulation de l'eau n'en souffre point.

Il faut avoir soin de peindre ces tuyaux à l'huile, en employant une peinture mate et grenue. On doit surtout s'abstenir de les polir, car leur rayonnement serait diminué de moitié.

Les tuyaux en cuivre rouge brasé, sont d'un excellent usage, mais ils coûtent fort cher.

La fonte de fer suffit parfaitement pour les tuyaux.

Ceux avec joints en caoutchouc se posent rapidement et sans grands frais.

Les tuyaux doivent être munis de robinets ou de valves réglant la circulation de l'eau dans les différents circuits et permettant ainsi facilement de proportionner la chaleur émise par les surfaces de chauffe à celle perdue par les surfaces vitrées.

Le fourneau et la chaudière toujours placés en dehors de la serre doivent cependant être abrités par une petite chambre de chauffe, mettant le chauffeur à l'abri des intempéries et permettant de régler plus facilement le tirage.

La cheminée du fourneau doit être construite en maçonnerie, afin d'en assurer le tirage même avec une combustion lente.

Enfin, il serait nécessaire de placer dans la serre un thermomètre électrique avertisseur, dont la sonnerie posée dans la chambre du jardinier, pourrait l'avertir d'un écart trop grand de température de la serre, en plus ou en moins.

Le thermomètre Lemaire, de Paris, à maxima et minima mobiles, produit parfaitement ces indispensables avertissements automatiques, qui peuvent ainsi permettre aux jardiniers et aux horticulteurs de dormir sans inquiétude au sujet de la gelée, où même d'une vaporisation de l'eau ; vaporisation qu'il faut toujours éviter, car elle donne lieu à une perte de 637 calories par litre d'eau vaporisée, et, de plus, elle prive la serre d'une réserve de chaleur de 100 calories par litre d'eau vaporisée.

Pour être averti de cette vaporisation par le thermomètre électrique de Lemaire, il suffit de placer près de lui un tuyau amenant la vapeur à son contact, il en résulte nécessairement un mouvement vers le maxima et un contact électrique qui produit un courant intermittent dans la sonnerie d'alarme.

On a bien proposé d'employer des régulateurs d'ébullition, mais les différents systèmes essayés n'ont point encore réalisé toutes les conditions nécessaires à un bon fonctionnement ; il est donc utile de régler, la nuit surtout, le tirage du fourneau de façon à empêcher l'ébulition de l'eau. On y parvient facilement en couvrant le feu, préalablement bien chargé de menu combustible, avec des cendres et escarbilles mouillées.

Après ces considérations générales nous allons passer à la description des appareils exposés en 1878 ; car nous n'avons point, ici, la prétention de faire un traité du chauffage des serres, traité qui demanderait de trop longs développements pour qu'ils puissent trouver place dans ces études sommaires.

Systèmes Mathian, *Système vertical.* — La maison Mathian, de Lyon, construit deux types principaux du système à circulation verticale ; le premier, dont nous donnons une coupe pl. VII, est portatif et destiné aux petites serres, il est enveloppé d'une petite chemise en terre réfractaire. La disposition générale de

cet appareil ne nous paraît pas heureuse ; l'absence de porte de foyer en rend l'allumage incommode ; la forme donnée à la colonne d'alimentation du combustible pourrait favoriser la production de l'oxyde de carbone, puisque les gaz brûlés traversent le coke dans toute la hauteur de la colonne, un tirage réduit, pour assurer la durée de la combustion, produirait donc de l'oxyde de carbone, c'est-à-dire, une perte de $^1/_2$ aux $^2/_3$ du combustible.

Le tuyau de départ de fumée *f* est placé trop haut et il faudrait l'abaisser au point W, afin de chauffer toute la paroi extérieure de la chaudière.

Les observations précédentes sont applicables au type vertical fixe, sauf pour la porte de foyer qu'on y a ajouté.

Système Mathian, *horizontal*, pl. VII. — Ce type est également portatif, mais il est destiné au chauffage par la houille. La circulation et le départ de la fumée nous semblent bien disposés, mais nous ne sommes pas partisan des petits foyers intérieurs complétement entourés d'eau, nous pensons que les gaz n'ont pas le temps de se brûler et qu'ils ont une tendance à distiller.

Nous n'admettrions donc cette forme que sous de grandes dimensions.

Ce type devrait être muni d'une porte de cendrier permettant de réduire le tirage.

Système Michel Perret, pl. VII. *Mathian, constructeur,* (*exposé dans la serre belge*, n° 15.) — Le foyer à étages de Michel Perret a été appliqué au thermosyphon. Nous pensons qu'il est appelé à rendre quelques services pour le chauffage des serres chaudes, puisqu'il procure un moyen de brûler toutes les poussières de charbon de bois, de houilles, cokes, etc. ; mais nous croyons que le prix d'achat de ce calorifère est de beaucoup trop élevé, et qu'il est indispensable de l'abaisser à un taux raisonnable.

La circulation des gaz dans le thermosyphon est méthodique et bien combinée pour l'utilisation de la chaleur.

Nous pensons cependant que le point de départ de la fumée *f*, est encore placé trop haut et qu'il y aurait avantage à l'abaisser au point W.

Le grand avantage de cet appareil est de pouvoir être, au besoin, chargé pour 12 ou même 24 heures, ce qui supprime tout service de nuit.

Le réglement des températures est facilement obtenu à l'aide du registre de la cheminée.

Ce calorifère n'est cependant point applicable au chauffage des serres ordinaires, car sa mise en feu est longue et difficile, et la continuité de son chauffage en rendrait l'entretien trop coûteux pour les serres qui n'ont besoin que d'un chauffage de nuit. Nous craignons que cet ingénieux appareil soit peu économique, car il doit y avoir production d'oxyde de carbone, puisque l'air comburant est forcé de passer lentement sur cinq étages de combustible et qu'il n'arrive au combustible neuf qu'après s'être dépouillé de son oxygène au contact du combustible des quatre étages précédents. Il pourrait ainsi se produire une perte des deux tiers de la puissance calorifique du combustible.

Système Barillot et Berger, pl. VII. — Les circulations d'eau et de fumée sont, dans ce système, entièrement verticales ; la colonne de coke n'étant pas traversée par les gaz ne donne point lieu à une production d'oxyde de carbone, et la chaleur serait assez bien utilisée dans cet appareil si on pouvait garnir la plaque horizontale supérieure avec un corps isolant.

Il faudrait aussi le munir d'une porte de cendrier permettant de modérer le tirage.

La surface de chauffe des tubes à fumée est mal utilisée, car on sait qu'en montant les gaz chauds ne se répartissent pas également dans les tubes et qu'ils

passent par ceux qui leur offrent le moins de resistance. La surface de chauffe extérieure de la chaudière pourrait être mieux utilisée en plaçant le départ de la fumée au point W.

Système Lebœuf-Gervais. — L'ancienne maison Gervais, si connue par l'excellente exécution de tous ses appareils, expose plusieurs chaudières verticales tubulaires. Nous aurions à faire à leur sujet les critiques déjà présentées au sujet de la chaudière Berger.

Nous préférons toutefois le système Gervais, qui est muni d'une large porte de foyer, et nous pensons qu'il suffirait de placer le départ de fumée *tout à fait en bas* de l'extérieur de la chaudière, pour constituer un assez bon appareil de chauffage économique.

La maison Gervais expose aussi des types horizontaux, bien connus des horticulteurs, et qui sont d'un excellent usage, à la condition de les poser à une assez grande hauteur au-dessus de la grille et de donner ainsi au foyer une dimension assez grande pour pouvoir recevoir la nuit une charge assez forte de cendres et d'escarbilles mouillées, qui peut parfaitement maintenir le feu jusqu'au matin, en utilisant tous les résidus du combustible.

Système de Vendeuvre. (D'Asnières), pl. VII. — Cet excellent système est constitué en principe sur les dispositions générales données au poêle de Vendeuvre, pl. II; seulement l'appareil au lieu de chauffer de l'air, chauffe l'eau qui l'enveloppe en entier, grâce à une chemise extérieure en tôle contenant le tout.

La colonne à combustible est bien disposée, et, n'étant point traversée par les gaz, on peut l'emplir de combustible sans donner lieu à une production d'oxyde de carbone.

La grille en forme de V, permet aux cendres une descente automatique qui évite le tisonnage et la production des mâchefers.

Cet appareil demande donc peu de surveillance et son service est très-commode. Il est de plus parfaitement fumivore. Nous pensons cependant que la sortie de fumée placée au point *f*, devrait être reportée au point W, ce qui permettrait d'utiliser toute la surface extérieure de la chaudière, sans employer les deux coulisses latérales dont l'appareil est muni, coulisses d'ailleurs trop courtes et donnant lieu à une manœuvre qu'on peu supprimer entièrement.

Nous croyons donc qu'avec cette simple modification du départ de fumée, on obtiendra de l'appareil de Vendeuvre un excellent service, à la fois commode, économique, et assurant, de plus, un chauffage prolongé.

Système de Mastaing. — Appliqué aux serres de Persan, appartenant à M. A. Outendirck.

Cet ingénieux et excellent système consiste à chauffer les tuyaux d'eau chaude au moyen d'une injection directe de vapeur. Une seule chaudière à vapeur suffit donc au chauffage de toutes les serres d'un grand établissement horticole et il n'est besoin que d'un seul fourneau et d'un seul chauffeur. Les différentes rangées de tuyaux ayant chacune une injection de vapeur qui leur est spéciale, il devient très-facile de graduer à volonté la température de chaque serre. Aucune pression n'est donnée à supporter aux tuyaux d'eau chaude, qui sont munis de tuyaux d'échappement de vapeur. Nous ne saurions donc trop recommander cet excellent système pour les grandes installations horticoles comportant un certain nombre de serres. Ce système perdrait une grande partie de ses avantages dans les petites applications qui peuvent se passer d'un chauffeur de nuit.

Son inventeur, le professeur de Mastaing, ingénieur distingué, a été fatale-

ment tué par un éclat de turbine, huit jours avant la mise en expériences de cet excellent système, et il n'a pu, malheureusement, constater le succès complet de son projet, succès que se plaît à proclamer hautement M. A. Outendirck, l'intelligent propriétaire des serres de Persan.

Thermosyphons Anglais. *Système Keith's*, pl. VII. — Les thermosyphons anglais sont fort solides, mais ils sont généralement très-mal disposés pour l'utilisation du combustible, ils sont chargés d'une grande hauteur de coke, donnant lieu à une production abondante d'oxyde de carbone. Ceux qui ne sont pas munis de ces colonnes d'alimentation ont généralement une sortie de fumée placée tout en haut de l'appareil, quand il faudrait l'avoir tout en bas.

Le système Keith's, pl. VII, est portatif et assez bien combiné, mais nous ne saurions approuver cette disposition de chaudière sans enveloppe, qui donne lieu à une perte considérable de chaleur, à moins de placer l'appareil dans la serre, ce qui offrirait de nombreux inconvénients.

Système Harlow's, pl. VII. — Cet appareil à chaudière et grilles tubulaires présente une grande solidité, mais le combustible disposé en hauteur doit produire de l'oxyde de carbone, ce qui joint à la fâcheuse position donnée au départ de fumée doit donner lieu à d'importantes pertes de chaleur.

Nous pensons aussi que la grille à barreaux tubulaires n'est pas à recommander, il doit s'y former des incrustations internes et l'air destiné à la combustion y est trop refroidi.

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES.

Foyer fumivore. — On sait que fréquemment sous l'action du vent, de la pluie, ou par suite d'une mauvaise construction des tuyaux de fumée, les cheminées ont un tirage défectueux, elles fument, et rendent insupportable le séjour dans les appartements. Parmi les nombreux foyers qu'on a imaginés pour assurer le tirage, en même temps que pour obtenir une meilleure utilisation du calorique, il en est un, connu sous le nom de *Foyer Fumivore* (Système Mousseron).

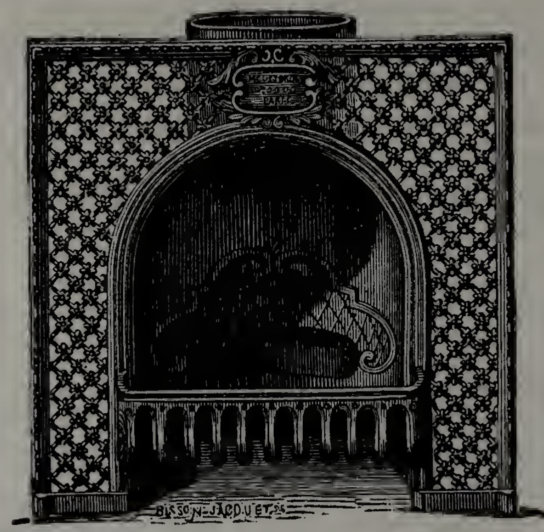


Fig. 50. — FOYER FUMIVORE. — Foyer simple, foyer disposer spécialement pour brûler le charbon, le coke et l'anthracite, etc.

Le foyer fumivore se compose de deux parties, le foyer et le dispositif fumivore, dans lequel une partie des gaz chauds du foyer circule avec une grande rapidité tout en brûlant les parties charbonneuses que la fumée emporte toujours avec elle.

Au moment de l'allumage les gaz chauds s'échappent, partie, par l'orifice supérieur et partie, par le conduit *fumivore*. Le courant très-violent qui s'établit dans le conduit fumivore détermine dans la cheminée générale une sorte d'entraînement des produits de la combustion analogue aux effets de l'injecteur Giffard, et qui suffit, généralement, à combattre les effets si désagréables des retours de fumée dans les appartements.

On comprend quels services peut rendre un tel appareil partout où les cheminées ont un mauvais tirage.

A Paris seulement, c'est par milliers qu'il faut compter les applications du foyer fumivore, et pourtant on peut dire qu'à Paris les conduits de cheminées

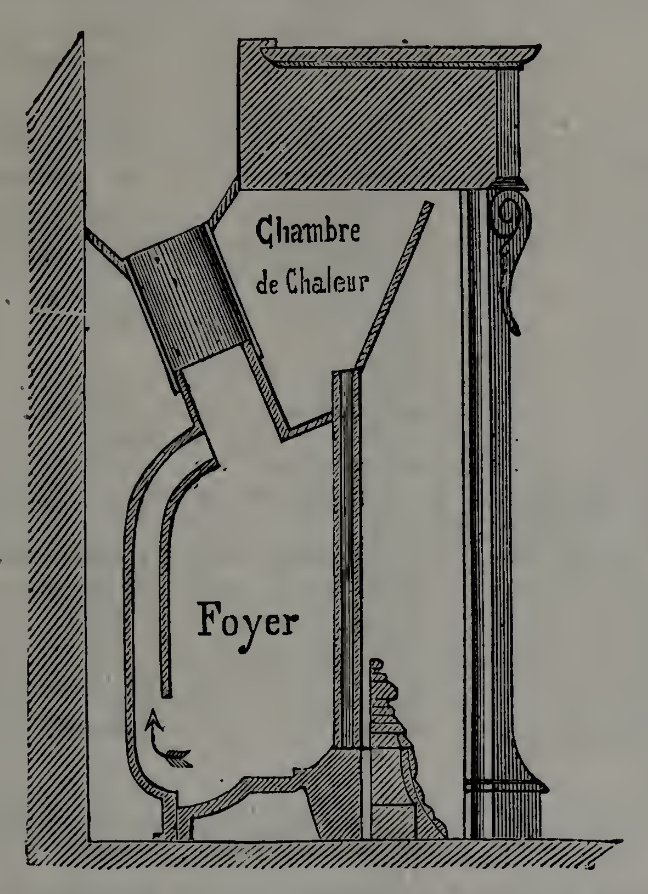


Fig. 51. — Coupe du foyer fumivore montrant le raccordement de l'appareil avec le tuyau de cheminée.

ont, en général, une section convenable; mais en province, à la campagne, et surtout au bord de la mer et dans les pays montagneux où les vents sont violents ou plongeants, on peut dire que la plupart des cheminées laissent à désirer.

Dans ces circonstances le foyer fumivore est réellement précieux, car il n'exige point de combustible spécial, il brûle également bien le bois et toutes les variétés de houille, grâce à des dispositions spéciales à chaque type de foyer chez M. A. Bouvet ingénieur civil, à Paris.

Wazon.

ERRATA.

Pag.	Sens.	Lig.				
25	H	1	*Au lieu de :*	Fumivorités.	*Lisez :*	Fumivorité (titre).
133	H	1	—	Combutions	—	Combustions.
137	H	12	—	Q =	—	V =
151	B	22	—	Doulas Galton	—	Douglas-Galton.
157	B	10	—	Réchauflr	—	Réchauffer.
160	H	10	—	l'appliquer	—	les appliquer.
161	H	21	—	peu vif	—	un peu vif.
161	B	12	—	Sainte-Claire, Deville	—	Sainte-Claire-Deville.
162	B	23	—	l'intérieur	—	l'extérieur.
172	B	4	—	1877	—	1871.
185	H	10	—	Brevet	—	
187	B	5	—	l'apparei	—	l'appareil.
191	H	8	—	purgeur	—	purgeurs.
191	H	11	—	vastes	—	larges.
193	H	18	—	combustion	—	construction.
197	B	1,2.	(Supprimer les 2 lignes de la page 197). (Reporter ces 2 lignes page 200).			
199	H	1	*Au lieu de :*	Chauffage.	*Lisez :*	Ventilation.
210	B	8	—	$65 + 4{,}41$	—	$65 \times 4{,}41$.
212	B	17	—	Payon	—	Payen.
215	B	22	—	d'Arcert	—	d'Arcet.
219	B	2	—	*des*	—	*der.*
222	B	20	—	ces	—	ses.
229	H	7	—	Alluart	—	Alluard.
229	B	7	—	—	—	—
230	B	1	—		—	(Reporter le tableau p. 231.)
231	B	15	—	l'appareil d'entraînement par l'eau.	—	la ventilation intermittente pendans la saison chaude.
231	B	11	—	par l'eau	—	entraînement par l'eau.
233	H	6	(Supprimer) ce titre.			
233	H	13	*Au lieu de :*	bases.	*Lisez :*	buses.
234	H	10	—	Ventilateur à hélice	—	Ventilateurs hélices.
243	H	10	—		—	Lloyd aspirant (titre).
244	H	6	—	Gwyne	—	Gwynne.
251	H	24	—	reusé	—	creusé.
253	H	14	—		—	Système d'Arcet.
261	B	8	—	ingénieur.	—	l'ingénieur.
263	H	5	—	Ventilation des égoûts (gros titre)	—	Ventilation des égoûts (petit titre).
283	B	4	—	Waters-closet	—	Water-closets.
284	H	1	—	d'aisance	—	d'aisances.
287	B	2	—	Tolet	—	Tollet.
304	B	3	—	calorières	—	calorifères.

LA SERRURERIE

ET SES OBJETS D'ART[1]

PAR

M. François HUSSON, ARCHITECTE

DEUXIÈME PARTIE

SOMMAIRE

III. La serrurerie a l'exposition de 1878. — Les sections étrangères dans le palais du Champ de Mars : 1° la *section Anglaise*; 2° les *Etats-Unis*; 3° la *Suède* et la *Norwège*; 4° l'*Italie*; 5° le *Japon* et la *Chine*; 6° l'*Espagne*; 7° l'*Autriche-Hongrie*; 8° la *Russie*; 9° la *Suisse*; 10° la *Belgique*; 11° *Les sections étrangères à la suite des précédentes.* — La serrurerie étrangère dans les jardins de l'Exposition. — La *serrurerie française* au Champ de Mars; le pavillon de la Ville de Paris; études au Trocadéro, dans le parc, etc. — La serrurerie et la charpente en fer dans les bâtiments consacrés au génie civil (classe 66), et à la bibliothèque technologique du groupe VI. — La serrurerie dans les galeries de l'art retrospectif au palais du Trocadéro.

La serrurerie à l'Exposition de 1878.

Abandonnons nos études rétrospectives et transportons-nous au milieu des trésors industriels que renferme l'Exposition universelle de 1878.

Quels curieux spectacles vient nous offrir cette Babel immense où règne en souveraine la confusion des langues! Mais aussi que de difficultés nous viennent assaillir de tous côtés! Si nous pénétrons dans les sections étrangères qu'il est de notre devoir d'examiner avant celles de la France, nous nous heurtons bien vite aux embarras qu'amènent les différences de langages. Cependant, les règles de la politesse la plus ordinaire nous commandent de faire, en toutes circonstances, les honneurs de l'Exposition française à ceux de nos amis d'au-delà des frontières qui ont répondu à notre appel. Du reste, en opérant ainsi, nous y trouverons doublement notre compte, puisque les sections étrangères ont été les premières à s'installer, donnant de cette sorte, le bon exemple.

Nous allons donc parcourir les expositions étrangères en commençant notre revue par cette rue des Nations, l'une des parties les plus pittoresques et les plus intéressantes de l'Exposition de 1878. Nous chercherons à travers les divers produits industriels de tous les peuples, les ouvrages qui nous intéressent particulièrement, afin de les décrire à nos lecteurs.

Il faut rendre justice à qui de droit. C'est ce sentiment équitable qui nous force à dire, en commençant le compte-rendu de nos visites d'Etude à l'Exposition, qu'en général, les nations étrangères sont en progrès, au point de vue des créations qui réclament du goût, du style, de la perfection dans la main-d'œuvre.

Il est incontestable que depuis le jour où l'on vit s'ouvrir la première Exposition universelle, la France dut redouter plus d'une rivalité sérieuse dans le

(1) Voir page 65.

domaine des arts industriels, où jusqu'alors on s'accordait à lui laisser la suprématie. La marche de l'étranger dans la voie du progrès est réelle : il faut l'attribuer nécessairement à la multiplicité de ces expositions fraternelles qui développent le goût, animent et stimulent chaque amour-propre national.

Sous le rapport artistique, la France posséda longtemps une si grande supériorité, que la distance qui la séparait des autres nations était immense. Mais cette distance tend à diminuer de plus en plus, et sans que le sentiment de la forme nous échappe, sans que notre goût s'abâtardisse, on sent que l'étranger s'est recueilli, a observé et nous menace, en faisant plus d'une excursion heureuse dans le vaste champ ou fleurissent les arts industriels dont il négligeait autrefois le côté décoratif.

Pour notre compte personnel, nous éprouvons plus d'une surprise dans les visites que nous faisons en ce moment à l'Exposition. Les découvertes que nous faisons à chaque instant en étudiant l'industrie des nations étrangères, ne nous sont pas désagréables, bien au contraire, hâtons-nous de le dire. Nous ne sommes pas égoïste ! Mais si l'étranger marche aussi franchement en avant, si ses productions industrielles sont souvent devenues, après une période relativement courte, des œuvres d'art, enfin si un goût plus épuré guide l'outil de ses ouvriers, il est bon de dire quelles causes ont pu produire ces heureux effets d'autant plus qu'il y a là un enseignement, une leçon dont il faut bien vite profiter en France,

La pratique du dessin, répandue universellement aujourd'hui, est l'une de ces causes et la principale. C'est par elle que s'est opéré la transformation remarquable que nous venons de signaler. C'est à nous de tirer profit de la remarque, et de donner plus d'extension encore à cette branche de l'enseignement industriel, afin de faire en sorte de ne pas déchoir, de rester au premier rang de l'armée pacifique des travailleurs.

Quoi de plus indispensable au serrurier d'art que le dessin d'ornement? C'est grâce à cette partie de la science représentative qu'il pourra nous offrir de nouveaux chefs-d'œuvre. Qu'il s'arme donc, plus que jamais de son crayon, qu'il s'inspire des maîtres anciens, qu'il étudie sans relâche, afin de lutter avec tous les avantages que donne l'étude !

Quant au charpentier en fer français, ou plutôt au ferronnier, il serait en pleine décadence, ses productions dégénèreraient, s'il fallait s'en rapporter aux constructions métalliques élevées au Champ-de-Mars. Elles n'offrent en effet rien de nouveau. Mais on doit considérer que tous ces bâtiments, tous ces abris ne sont que provisoires, et que les divers ingénieurs chargés du soin de les élever, ont dû songer tout d'abord au moyen d'en tirer parti, une fois l'Exposition terminée. Pour arriver à ce but pratique, il était nécessaire, sans doute, de ne rien produire d'extraordinaire, afin de trouver facilement des acquéreurs qui pussent approprier facilement ces diverses constructions aux besoins de leurs industries. Il nous a semblé que là seulement était le secret du manque d'originalité, de l'absence de nouveauté qui nous a frappé presque partout, en examinant les travaux métalliques des bâtiments nombreux de l'Exposition de 1878 (1). Mais nous retrouverons ailleurs de grandes qualités; les exposants eux-mêmes se chargeant de nous venir en aide; ils nous prouveront au contraire que la science nouvelle du constructeur-ferronnier se perfectionne de plus en plus.

Il est important de constater que de ce côté-là, le progrès est sensible en France; il faut en rendre grâce aux hommes d'étude qui dirigent les travaux si

(1) Nous faisons d'avance une réserve en ce qui touche la grande halle de la galerie des machines de la section française et la façade du grand vestibule du palais du Champ-de-Mars, dont nous parlerons plus loin.

considérables de ferronnerie que nous voyons journellement exécuter. Le temps n'est plus où les constructeurs n'étaient conduits que par la routine ; les connaissances nécessaires pour établir la valeur de la résistance du métal leur sont familières, ils savent également s'aider de l'art du dessin. Aussi leurs conceptions ont-elles en général, le double mérite de la légèreté et de l'élégance. De plus, la juste répartition des forces portantes est par eux rigoureusement observée.

Nous l'affirmons, le constructeur-ferronnier du XIX[e] siècle aura la gloire d'avoir fait entrer l'invention dans l'architecture. C'est grâce à son habileté que s'introduit de plus en plus la liberté dans l'art monumental qui, jusqu'à une époque encore bien près de nous, ne donnait encore que des copies, souvent très-maladroites, de tous les styles, sans avoir la puissance de formuler le moindre type caractéristique.

Les sections étrangères dans le palais du Champ-de-Mars.

1° *La section anglaise.* — L'intérieur de la section anglaise nous offre une assez grande quantité de travaux de serrurerie à examiner. Cette industrie est très-bien représentée par l'Angleterre dans le palais du Champ-de-Mars.

Cette partie anglaise de l'Exposition nous montre en quantité considérable des vitrines très-heureusement agencées, qui renferment des types d'outils magnifiques nécessaires à l'exercice de cet art. Celle de MM. Burys et C[e], de Scheffield, nous offre des spécimens de très-beaux aciers fondus propres à l'outillage, des limes et des râpes de toute espèce. Les fabriques de quincaillerie de Dublin, de Manchester, de Birmingham sont très-dignement représentées à l'Exposition; elles nous ont envoyé une grande quantité d'objets en cuivre poli, tels que des poignées et des marteaux de portes montés sur des rosaces ornées de découpures, des paumelles et d'autres ferrures ciselées. En général, toutes ces productions sont quelque peu massives, elles laissent donc à désirer sous le rapport de l'élégance, mais elles rachètent ce défaut par la précision de leurs ajustements. Et si leurs créateurs n'ont pas songé à économiser la matière, ils ont donné à toutes ces pièces que la main est appelée à rencontrer à chaque instant une forme commode et qui indique la recherche de la solidité. Le sérieux et le confort anglais se retrouvent partout ici.

En bordure du grand vestibule du côté de l'Ecole militaire, nos voisins ont exposé de curieux panneaux ornés à jours, dont l'un se compose d'entrelacs de feuillages de chêne. Ces panneaux sont en acier fondu, c'est là leur seul mérite.

A l'autre extrémité de la section anglaise, nous avons remarqué un grand coffre sculpté dans du chêne provenant des poutres du chœur de la cathédrale de Salisbury. Ce coffre est garni d'une assez grande quantité de ferrures modernes ornementées suivant le style gothique, forgées soigneusement et découpées. Ce sont de fortes charnières, des équerres, un moraillon etc., toutes pièces bien ajustées.

Dans la galerie qui renferme les meubles anglais, quelques-uns des objets exposés sont garnis de jolies ferrures fleuronnées appartenant au même style.

L'exposition de MM. Hobbs, Hart et C[e], serruriers à Londres, est assez considérable. Ces industriels fabriquent des coffres-forts gigantesques, de très-belles et bonnes serrures à combinaison; nous en avons remarqué dont les clefs ont deux pannetons superposés, ce qui fait supposer une grande hauteur de cloison de serrure. Leurs voisins MM. Chubb et fils, aussi de Londres, serruriers de la reine d'Angleterre, ont aussi exposé de superbes coffres-forts de toutes les dimensions à un ou deux vantaux, des boîtes en fer de divers modèles et

destinées à différents usages. Enfin, ils ont voulu montrer à leurs visiteurs les serrures qu'ils fabriquent spécialement pour fermer des locaux de diverses natures, les box des écuries, etc. Il faut le reconnaître, toutes ces pièces sont parfaitement étudiées, et leur fini est très-remarquable.


Fig. 19. — Clef de MM. Chubb et fils de Londres.

Nous donnons, fig. 19, une gravure représentant une très-belle clef exécutée dans les ateliers de ces exposants. Elle a été forgée, découpée et ciselée dans un morceau d'acier. C'est un modèle de perfection, cette pièce est brunie avec le plus grand soin. La fig. 3 de la pl. VI, représente l'intérieur d'une serrure gothique, à sept gorges mobiles et à pêne fourchu. Cette fermeture, faite spécialement en vue de l'Exposition, a des dimensions considérables, (le triple environ de celles d'une serrure ordinaire). C'est une pièce parfaite aux points de vue de la sûreté, de la précision et de la perfection. La fig. 4 représente la clef de cette serrure. La fig. 5 de la même planche donne la vue du coffre extérieur de cette belle fermeture. Il est orné au moyen d'une applique d'un seul morceau, en acier poli, représentant des feuillages et des fleurs, dont les motifs sont arrêtés par des clous à têtes saillantes.

En entrant dans la galerie des machines, nous nous trouvons en présence d'un outil qui nous intéresse singulièrement. C'est un étau qui nous a paru extrêmement ingénieux (fig. 20). D'un seul coup, l'inventeur, M. Stephens, a trouvé le moyen de supprimer la vis, la manivelle, les branches du pied et le ressort de l'étau ordinaire, et de simplifier tellement le mouvement de l'outil, qu'il épargne le temps de l'ouvrier d'une façon remarquable. Ce nouvel étau fonctionne à coulisse ; à cet effet, l'un de ses mors *a* est attiré et repoussé par un mouvement de *va-et-vient* dans une glissière faisant partie de son second mors *b*, qui est immobile. Aussitôt que la pièce est serrée, on la fixe

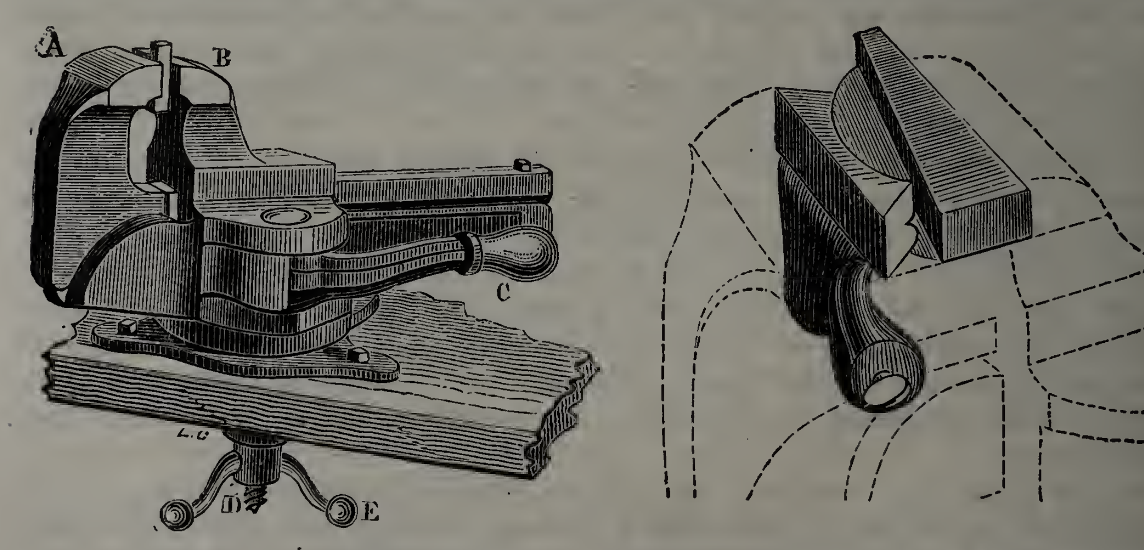


Fig. 20 — Étau Stephens.

Fig. 21. — Mordage oblique de l'étau Stephens.

fortement dans l'étau au moyen d'un système de serrage fonctionnant à crémaillère par l'effet d'un levier à excentrique *c*, qui pousse avec beaucoup de force la mâchoire mobile contre la pièce. Cet étau se fixe très-facilement sur l'établi, au moyen d'un fort boulon *d*, qui prend son taraudage dans l'outil lui-même, et qui se serre en dessous à l'aide de l'écrou à oreilles *e*.

L'inventeur a trouvé en outre, au moyen d'un accessoire que nous désignerons sous le nom de mordage oblique (*raper attachment for irrégular work*), (fig. 21), le moyen de serrer les pièces coniques dans l'étau ; c'est là un grand avantage. Il est certain que cet outil remarquable est de beaucoup supérieur à l'étau que nous connaissons et que nous avons nous-mêmes autrefois mis en œuvre ; qu'il offre une grande économie de temps, plus de force et de facilité à l'ouvrier. Il est avéré que le mouvement de l'étau perfectionné de Stephens est 800 fois moins étendu que celui que réclame l'étau ancien. Cette différence est prodigieuse, mais elle est certaine quand on compare le développement de la vis de l'étau ordinaire à celui que nécessite la marche du nouvel et puissant outil dont nous venons de donner la description.

En revenant au milieu de la section anglaise, que nous tenons à examiner de très-près, nous trouvons une seconde exposition de MM. Chubb et fils. De splendides serrures ornées, des clefs remarquablement belles, et dont les anneaux sont ciselés et ornés de pierres précieuses remplissent une vitrine placée au milieu de l'horlogerie et des objets d'art. Il y a dans ce petit espace des merveilles, parmi lesquelles il faut citer des bagues dont les châtons ferment au moyen de serrures à gorges microscopiques dont les clefs ont un centimètre de hauteur. Que l'on juge de la dimension de leurs pannetons découpés ! Ces pièces sont autant de petits bijoux dont la perfection ne laisse rien à désirer.

Un peu plus loin, nous signalerons une jolie jardinière en fer forgé, avec feuillages, rosaces et pommes de pin enlevés dans la masse, dont les fers sont élégamment cordelés.

Enfin, nous nous trouvons auprès de l'exhibition de MM. Barnard, Bishop et Barnards, industriels de Norwich, comté de Norfolk, dont la maison occupe douze cents ouvriers. Ces messieurs qui nous étaient d'abord apparus sous la simple forme de fabricants de cheminées, font exécuter dans leurs ateliers, des grillages, des couvertures très-curieuses en fil de fer, de forme pyramidale ou demi-sphérique, destinées à abriter les arbres à fruits, ainsi que tout ce que comprend l'agencement et l'ameublement en fer des jardins et des basses-cours. Des fourneaux de cuisine, des calorifères tout ce qui constitue la serrurerie des écuries, des porte-bouteilles en fer, des machines de toute espèce sortent aussi de leur usine quasi-universelle. Nous avions laissé de côté cette Exposition dont les produits nous avaient semblé être un peu en dehors de nos études, lorsque après un examen plus attentif, nous y vîmes des échantillons de vraie serrurerie d'art, que par surcroît, l'on fabrique encore dans ces ateliers qui doivent être un petit monde. De jolis branchages en fer, avec leurs feuillages forgés et leurs fleurettes repoussées, attirèrent particulièrement notre attention, Puis nous découvrîmes que la grille en fer forgé (planche VI, fig 1re), qui ferme le vestibule du pavillon du prince de Galles, sortait de cette maison (1). Cette clôture que l'on voit dans la rue des Nations, est à deux vantaux divisés chacun par des montants intermédiaires, comportant une ornementation ajourée dans la composition de laquelle il entre des brindilles forgées avec feuilles et fleurs imitées d'après la rose, le trèfle, le chardon. Cet ouvrage important n'a été aucunement retouché à la lime. C'est encore dans la même manufacture, (car c'est ainsi qu'est désignée en anglais cette importante maison), qu'a été construite la jolie grille en fer forgé dont nous donnons le dessin (planche VI fig. 2). Elle a été dessinée par M. Thomas Jeckyll, architecte à Norwich et appartient aujourd'hui au gouvernement autrichien qui l'a fait placer au grand musée de Vienne.

(1) Cette grille est aussi représentée, mais en petit, à la planche D, du tome IX, dans le dessin d'ensemble des pavillons anglais de la rue des Nations.

Une autre belle grille composée d'une porte à deux vantaux et de deux guichets placés à droite et à gauche, sert de clôture au petit jardin anglais que l'on voit en bordure de la rue des Nations. Cette grille qui sort des ateliers de MM. William Cubitt et Cᵉ, de Londres est ornée de feuillages en tôle repoussée. Elle porte dans sa frise, une indication latine, avec la date de 1878 et est destinée à l'un des chemins d'approche à Crewe-Hall, Cheshire.

Enfin, sous le trophée du Canada, qui a été très-tardivement découvert, on peut remarquer une autre grille d'un assez joli travail, et dont les ornementations sont enlevées à la forge. A côté est un panneau en fer d'un travail analogue, Ces objets sortent de l'atelier d'un serrurier de Montréal.

Si nous passons dans les annexes anglaises, nous remarquons l'Exposition de M. J. J. Thomas qui nous présente de très-élégants spécimens d'ouvrages en fil de fer et en petits fers tordus et forgés, tels que des volières, des corbeilles à fleurs, etc. Ces objets sont généralement traités avec beaucoup de goût et de finesse d'exécution, ils rappellent avec bonheur les petits chefs-d'œuvre de ce genre que nous font admirer Tronchon et ses émules parisiens. Dans ces mêmes annexes, de fort belles installations d'écuries, où le fer joue un très-grand rôle, se font remarquer. Les stalles elles-mêmes sont en fonte, ainsi que les ruisseaux, les mangeoires et les châssis d'aération. MM. Musgrave et Cᵉ de Belfast (Irlande), qui nous semblent être tout-à-fait spéciaux pour ce genre de travaux, nous offrent d'autres séparations de stalles disposés pour les étables, et qui ont beaucoup de rapport avec les objets similaires destinés aux écuries. Là encore, dans ces étables, règnent en souverains la fonte et le fer sous forme de rateliers, de mangeoires, etc. etc. Une vacherie ainsi organisée nous a semblé être d'une disposition parfaite. Elle est très-bien ventilée, ses ferrures étant peintes et les murs blanchis à la chaux, elle doit être très-saine, très-propre, et par conséquent très-hygiénique, ce qui est à remarquer, au point de vue des maladies contagieuses. Le même constructeur fabrique encore des étables à porcs tout en fer et fonte, elles sont mobiles et très-bien ventilées. De petites portes y donnent accès, les cloisons servent de supports aux combles qui ont une forme demi-circulaire. Elles sont représentées à la fig. 22.

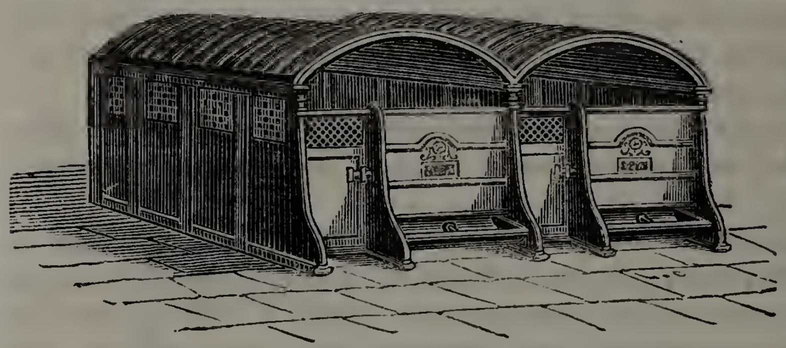


Fig. 22. — Étables à porcs en fer et fonte.

2° *La section des États-Unis.* — Les États-Unis ne nous offrent aucun objet de serrurerie d'art. Mais, en revanche, on y trouve, comme en Angleterre, de superbes coffre-forts, et de remarquables expositions de quincailleries de cuivre et de fer. New-York, New-Haven et d'autres villes du Nouveau-Monde, nous ont envoyé de forts beaux échantillons de ferrures apparentes ciselées, émaillées dorées, argentées, etc. etc. En style de commerce cela ressemble étonnamment à l'article anglais.

En général, les serrures américaines sont disposées pour être entaillées dans l'épaisseur des portes, chose détestable en principe, à laquelle nous avons renoncé depuis longtemps; elles sont peintes en noir au vernis, d'autres disent *laquées*, MM. Mallory, Wheeler et Cᵉ, qui fabriquent exclusivement les serrures de portes, leurs accessoires et les cadenas de fer forgé, nous montrent dans leurs belles vitrines, des serrures dont la clef est à brisure afin de prendre moins de place

dans la poche. La plus grande partie de ces serrures ont des pènes à demi-tours dont le chanfrein se retourne instantanément, à volonté, avec le simple secours des deux premiers doigts de la main, en tirant ce pène en avant et en lui faisant faire une demi-révolution. En général les serruriers américains ont une très-grande variété de types de fermetures appropriés aux divers besoins de la vie. C'est ainsi que la serrure de chambre d'hôtel est une fermeture tout-à-fait à part ; elle a deux entrées, l'une qui reçoit la clef maîtresse, c'est-à-dire celle de l'habitant, l'autre est destinée au passe-partout, elle comporte de plus, un verrou de nuit. Dans les serrures de qualité supérieure, les pènes sont en bronze. Une serrure ainsi établie coûte onze francs, prix relativement excessif. Du reste aux Etats-Unis, ainsi qu'en Angleterre, la serrurerie est loin d'atteindre les prix à bon marché de l'industrie française.

Les préoccupations politiques et les bruits de guerre ont été les causes du peu d'empressement que nos amis de l'autre côté de l'Océan, ont mis à répondre à notre invitation. Nous regrettons que l'Exposition américaine soit aussi restreinte et qu'elle ne nous offre pas davantage de sujets d'étude.

3° *La Suède et la Norwège.* — La vieille Scandinavie est une terre qui produit le bois avec une grande abondance, Aussi laisse-t-elle généralement le fer de côté, quant aux applications de ce métal à la construction des bâtiments. De cet abandon tout naturel, résulte l'absence complète de travaux de ferronnerie dans les sections Suédoises et Norwégiennes. Pour nous prouver cependant que le serrurier existe chez eux, ces braves peuples du Nord nous font voir, mais à titre d'accessoire seulement, un échantillon de serrurerie artistique. Ce sont des panneaux verticaux qui, placés aux angles de l'exhibition de M. Blunck, fabricant de robinets à Christiana, l'accompagnent élégamment. Au-dessus sont fixés quatre porte-lumières aussi en fer. Enfin, une frise métallique surmonte le tout. Les motifs qui composent cette décoration sont découpés d'après un dessin correct et de bon goût, ils sont accompagnés de rosaces repoussées au marteau.

4° *L'Italie* (1). — La somptueuse Italie, dans l'un des côtés graves de son Exposition admirable, nous montre un projet de comble en fer destiné à la nouvelle gare d'Ancône. Ce projet est dû à l'ingénieur Moreno, qui nous donne les élévations et les détails de ce travail très-bien étudié. D'après cette étude, les fermes de ce comble auraient 31^{m},40 d'ouverture, elles sont cintrées suivant un arc gracieux. Composées chacune de deux fers dont le profil en coupe est un demi Té, elles reposent sur des piles en pierre, sans points d'appui intermédiaires. La couverture est en tôles ondulées.

Les serruriers italiens nous ont envoyé des coffres-forts remarquables. L'un de ces objets qui nous arrive de Milan, sort tout à fait de l'ordinaire et mérite une description spéciale. Sa façade est monumentale. On sait qu'en général les coffres-forts ont la forme d'une armoire ordinaire. Le constructeur de celui-ci, sortant des voies banales, a trouvé le moyen de lui donner une forme plus heureuse. Il est surmonté d'un fronton, ses panneaux sont décorés de jolies statuettes représentant des guerriers armés de divers instruments de combat. Le haut de ce joli meuble en fer, qui est entièrement poli, repose sur un appui ayant la forme d'une sorte de bureau, avec des pieds aux angles. Le soubassement renferme des tiroirs qui ouvrent en quart-de-cercle.

Florence nous a envoyé quelques spécimens de très-belle serrurerie de précision, avec des clefs à pompe refendues d'une quantité de barettes.

(1) Voir aussi tome IX p. 157. Visite en Italie.

Tous les arts se tiennent de bien près. Quand nous trouvons sur notre parcours des œuvres de mérite, nous cherchons l'école. Nous sommes persuadé que l'industrie d'un peuple intelligent ne peut être florissante qu'à la seule condition de s'inspirer des beaux-arts. En France, c'est ce qui fait son mérite incontesté et c'est ce qui assigne le premier rang dans le monde industriel à notre pays. Nous avons sous les yeux un exemple frappant de la vérité du fait que nous avançons. La petite ville de Sienne renferme dans ses vieux murs, jadis républicains, tout ce qui est nécessaire pour donner de l'essor au génie de ses habitants. Collèges, bibliothèques, académies, et par-dessus tout, Ecole des beaux-arts, y sont institués. De ce dernier établissement, il est sorti des architectes, des peintres, des décorateurs, des sculpteurs, des ornemanistes, des graveurs, tous artistes distingués. Ayant puisé aux sources du beau, ils ont été les véritables créateurs de l'art industriel dans leur cité. Aussi les produits que nous offrent les Siennois sont-ils généralement très-remarquables, et visiblement inspirés directement de l'étude des beaux-arts.

C'est ainsi que s'est certainement développé le goût de l'un des serruriers de cette ville, qui s'intitule fabricant de mobiliers en fer : Pasquale Franci. Cet artiste de beaucoup de talent a envoyé à l'Exposition de 1878, des lanternes, des consoles, des appliques, des marteaux de porte et divers autres objets tout en fer forgé, avec des motifs principaux et des ornements enlevés dans la masse, puis refouillés et ciselés par des procédés exactement semblables à ceux que l'on emploie pour le bronze.

Un autre serrurier siennois Zelaffi Benedetto, nous montre un superbe candélabre de plus de un mètre de hauteur, aussi tout en fer forgé, (ces artistes italiens disent en *ferro battuto*). Cette pièce très-remarquable est surmontée d'une lampe dans le genre antique ; elle est ornée de feuillages d'applique soudés sur les parties principales de l'œuvre.

Ce dernier artiste expose de magnifiques porte-bannières en fer ornés d'écussons, de têtes chimériques, de figurines, de fleurs, etc. etc. Ces objets sont richement ornés. Ils font une excellente figure au milieu des bronzes d'art parmi lesquels ils sont placés. Ce sont des merveilles de serrurerie, et des pièces très-décoratives, uniques dans leur genre ; chacune d'elles possède un cachet d'originalité bien déterminé que le marteau de son créateur lui imprima.

5° *Le Japon et la Chine.* — L'Empire du Milieu et son voisin le Japon ont le privilège bien naturel d'attirer particulièrement l'attention du public qui, en général, est possédé de l'amour de l'inconnu. Du reste, les expositions de ces deux nations de l'extrême Orient, méritent à tous égards, d'être longuement examinées. Elles sont d'autant plus curieuses que leur caractère national est nettement défini.

Cependant, parmi les nombreux échantillons de son industrie que nous montre la Chine, nous avons remarqué des objets de quincaillerie d'une exécution assez médiocre, dont la plupart sont évidemment copiés sur des similaires européens. Mais il faut faire une exception pour le cadenas chinois dont nous donnons le dessin, planche VI fig. 6 et 7. Cette fermeture portative, que l'on retrouve au Japon, dans l'Empire d'Anam, à Siam etc., est très-curieuse. Elle est tantôt en fer, tantôt en cuivre jaune. L'anse ronde *a* est mobile et se dégage complétement de la boîte en exécutant un mouvement de coulisse, la boite *b* lui sert alors de guide dans sa partie *c*. En *d* est l'ouverture *e*, qui donne passage à la clef, cette dernière est représentée par la fig. 8. Cette clef est une lame de fer ou de cuivre ayant une forme méplate, elle est quelquefois brisée en deux parties reliées par un anneau *f*. La petite figure *g* est la vue en bout du panneton ; on voit qu'il est découpé de diverses entailles suivant les garnitures du cade-

nas, la tige est ici évidée d'une coulisse recevant un guide intérieur. La clef s'introduit dans l'entrée *e*, par un mouvement semi-circulaire, elle entre dans la boîte et fait resserrer plusieurs ressorts fixés autour de l'anse qu'elle dégage et repousse ainsi. On enlève alors l'anse à la main. La deuxième partie brisée de la clef *h*, qui porte un panneton non évidé, sert à fermer le cadenas en attirant l'anse, afin de lui faire reprendre sa place de fermeture.

D'autres cadenas de ce genre se referment tout simplement à la main, c'est à dire, en introduisant dans la boîte, l'anse qui reprend toute seule sa place,

Nous pouvons juger de l'état actuel de la serrurerie au Japon, en ce qui concerne la ferrure des portes, en examinant celle qui sert de clôture aux Japonais, sur la rue des Nations. C'est une sorte de porte charretière, exécutée dans le pays même, avec une espèce de bois particulier au Japon (1). Les grosses pentures qui la tiennent suspendue sont brutes de forge, ainsi que leurs gonds; elles sont lardées dans l'épaissenr de la porte, des embrassures retiennent à la hauteur de ces ferrures les assemblages des montants et des traverses du bâti du vantail.

Quant à la fermeture, elle est étrange; elle se compose uniquement d'un gros verrou de bois dont la section est carrée, il est ferré au moyen de boîtes en fer qui en garnissent les extrémités, et fonctionne en coulissant dans des crampons fixés sur la porte. Ces derniers sont munis de galets, afin de permettre au verrou de glisser plus facilement. Pour la sûreté, une sorte d'anse en fer forgé dont l'une des extrémités est à œil, est attachée à une chaîne, l'autre bout est carré et garni de quatre ressorts à paillettes. L'anse entre, à la manière de celle d'un cadenas, dans une mortaise; une clef de forme spéciale sert à l'en faire sortir en serrant les paillettes qui s'étaient élargies et étaient devenues ainsi, autant de solides obstacles quand on avait fermé la porte. Il paraît que ce système assez primitif est encore fort usité au Japon; du reste à part la conception de l'anse, ce moyen de fermeture a dû exister un peu partout dans les temps anciens.

Les équerres que nous employons pour consolider les assemblages des portes sont ici remplacées par des embrassures en métal, elles sont de largeur et d'épaisseur considérables. Appliquées sur les bois sans aucune entaille, elles sont fixées par des clous. Ces embrassures sont profilées de grossières moulures et présentent à l'œil des ornements indéfinissables, extraordinaires comme tout ce qui nous arrive de ces pays lointains.

Quoique la Chine soit un pays stationnaire, on ne peut nier que la métallurgie ne prenne un certain développement dans cette vaste contrée. Ainsi par exemple, l'arsenal de *Fou Tcheou*, dont le directeur est un français, M. Pascal Gicquel, nous envoie des fers de qualité exceptionnelle qu'il fabrique, et avec lesquels il produit des barres profilées propres aux usages de la ferronnerie, ainsi que des pièces de forge remarquables. On peut voir des spécimens de cette fabrication dans la galerie des machines.

6° *L'Espagne.* — En entrant dans la section espagnole, nous nous trouvons immédiatement au milieu de l'Exposition militaire, dans laquelle nous remarquons divers sujets d'étude.

C'est ainsi que nous citerons un couronnement en fer, destiné sans doute à quelque grille monumentale, mais qui se trouve, à l'heure qu'il est, placé tout simplement au bout d'une table servant à recevoir divers engins de guerre. Ce couronnement est forgé. Dans un cartouche placé au milieu de cet ouvrage de

(1) Ce bois a beaucoup de ressemblance avec le *pitchpin*, espèce de pin dur de provenance américaine.

serrurerie, est fixé un écusson aux armes d'Espagne, supporté par deux aigles couronnés. L'écusson et ses supports sont en tôle repoussée au marteau, leur exécution n'est tout au plus que passable.

L'Académie des Ingénieurs du Génie militaire de Guadalajara nous a envoyé des modèles dus aux travaux de ses élèves, parmi lesquels nous avons pu examiner des reproductions de ferronnerie française, exécutées à de très-petites échelles. On y trouve les divers systèmes de planchers en fer à double Té en usage, différents combles métalliques entre autres celui de la gare Saint-Lazare, à Paris, les poutres et arcs de voûte du collège Chaptal etc., etc. Ces modèles sont en fer, les solives et les arbalétriers des fermes sont profilés, les assemblages sont bien indiqués, et le tout constitue de bons éléments d'enseignement pratique professionnel.

M. Salvador Manach a exposé un très-beau coffre-fort avec plaque polie blasonnée fixée sur la face, et de très-jolis échantillons de son industrie, tels que des serrures à combinaisons, dont les clefs sont entièrement plates, avec des échancrures de diverses saillies entaillées dans la longueur de la tige, et destinées à remplacer les pannetons des clefs des serrures à gorges ordinaires. D'autres clefs ont des pannetons qui rentrent dans l'intérieur de la tige; au moyen d'un mécanisme spécial, ils se développent lorsque l'on introduit ces clefs dans la serrure.

Bilbao renferme des fonderies et des forges qui fabriquent depuis la clef et les petits objets de la serrurerie courante en fonte malléable, jusqu'aux fers à double Té, aux cornières et autres fers profilés. Les fers espagnols suivant leur qualité, coûtent, à Bilbao, de 25 à 48 fr., les 100 kilogrammes. Ce sont des prix excessifs, qui ne peuvent guère s'expliquer que par l'outillage insuffisant des usines locales.

7° *L'Autriche-Hongrie* (1). — L'Autriche nous prouve une fois de plus, par sa remarquable Exposition, que son industrie est largement développée. Elle nous a envoyé de très-beaux travaux de serrurerie avec lesquels, il faut le reconnaître, on ne peut que rivaliser.

Au premier rang, il faut citer les magnifiques créations de serrurier Bruder Schlimp, parmi lesquelles nous remarquons : 1° un très-joli panneau de porte en petit fer plat, avec ornementation composée de feuillages et de rosaces repoussées au marteau, le motif du milieu est renfermé dans un médaillon circulaire; 2° deux grands panneaux de portes-cochères, avec feuillages forgés et repoussés; sur la même porte sont placés deux grosses béquilles et des clous ornés, le tout en fer poli; 3° deux très-remarquables consoles porte-lumière avec des dragons ailés dont les plumes sont distinctes les unes des autres, ces deux pièces sont des chefs-d'œuvre de serrurerie, leur fini est merveilleux; 4° enfin, un admirable lustre tout en fer poli, qui est encore un chef-d'œuvre d'élégance. Les consoles et le lustre sont placés dans l'une des baies de communication ouvertes dans la cloison de la galerie des machines, et la séparant de la petite galerie de l'alimentation.

Un autre serrurier dont les ateliers sont installés à Vienne, M. Biro, a organisé et installé une vitrine dans laquelle nous trouvons de très-jolis candélabres et des bras porte-lumière en fer forgé et repoussé. Le même exposant a envoyé une grille destinée à l'église Saint-Etienne. Cet ouvrage de serrurerie est divisé en quatre travées, avec frises. Les ornements se composent d'une quantité assez considérable de feuillages divers dont la plupart sont enlevés dans la masse du fer, les autres sont repoussés. Ce travail laisse à désirer sous le rap-

(1) Voir aussi tome IX p. 103 et 345.

port de la composition qui n'est pas d'un goût exquis, mais il est parfaitement exécuté, c'est de la bonne serrurerie d'art.

M. Wagner, autre industriel viennois, expose une *porte treillissée de fer;* c'est une très-élégante grille en fer et fonte, dont les détails splendides sont d'une délicatesse inouïe. Les panneaux et les pilastres ajourés semblent être composés en effet, d'une treillis. non de fer, mais de dentelle d'une légèreté incroyable. Le fronton comporte de fort jolies statuettes. Cette grille, à cause de sa ténuité, de sa finesse d'exécution, résisterait mal au plus léger choc. Son prix est de 12,500 francs.

En passant, nous signalerons la jolie et élégante quincaillerie fine de cuivre et d'acier de M. Hebelka, à Vienne.

L'ancienne capitale des rois de Hongrie, Bude (*Buda-Pesth*), renferme un atelier de serrurerie dont les produits sont des plus remarquables. Son directeur, M. Arkay, nous a envoyé un balcon exécuté sur commande du comte Andrassy; ce travail tout en fer forgé et repoussé est une belle pièce de serrurerie. A côté de ce balcon, on admire de magnifiques ferrures, du style gothique, posées sur une porte en chêne destinée à une chapelle de Bude. Les quatre grandes pentures, les deux marteaux, le battement, la frise en fer, les béquilles et les entrées de la serrure sont des objets extrêmement bien travaillés, leur dessin est excellent; ils sont polis et brunis.

Un autre serrurier hongrois de Presbourg, M. Louis Marton, nous a envoyé une délicieuse rampe en fer poli, d'un très-grand et très-remarquable travail de forge. Cette rampe style Louis XIII, est l'un des plus beaux morceaux de serrurerie de l'Exposition. Ses enroulements sont terminés par des volutes dont les noyaux élargis sur le sens de l'épaisseur sont enlevés dans la masse du métal. Sous le rapport du dessin, ainsi qu'au point de vue de la main-d'œuvre, elle ne laisse absolument rien à désirer.

Dans la galerie même des machines, MM. Vertheim et Cie ont exposé un très-beau coffre-fort dont l'intérieur rappelle un peu les naïvetés de l'horlogerie en bois, car il est garni de personnages mythologiques, d'animaux de convention, etc. Mais le meuble lui-même est d'un bon style qui rappelle celui du coffre dont nous avons fait la description en passant en revue la section italienne; il est surmonté d'un fronton brisé dans le style Louis XV.

Au-dessus de ce coffre est un très-beau balcon en fer, formant la corbeille, dont les ornements sont remarquables, et sur lequel le repoussé au marteau est appliqué avec goût. Enfin, pour compléter l'exposition Viennoise, les serruriers de cette ville entre autres M. Gridl se sont ici signalés. Il nous faut citer : les ornements en fer d'une corne à boire composés de guirlandes et d'un sujet de chasse sculpté dans la masse du métal; un très-beau candélabre destiné à l'église votive de Vienne, il est orné de fleurs, de feuillages, ses fers sont tordus, profilés, gravés; enfin un très-beau réverbère poli avec la couronne impériale relevée au marteau. Tous ces objets sont d'une perfection achevée.

Dans le grand bâtiment parallèle au Palais, qui sert d'annexe à l'Exposition Austro-Hongroise, nous avons découvert les produits d'un fabricant de ferrures d'Olmutz (Moravie). Sur un grand tableau assujetti à la muraille de l'annexe, apparaissent aux yeux du visiteur de très-belles et très-élégantes ferrures en fer forgées, découpées et polies, de divers styles, rehaussés de cuivres repoussés sous forme de rosaces. Il y a là de fort belles pentures à enroulements de volutes dont les gonds sont terminés par des vases profilés montés sur des platines fleuronnées, des paumelles ajourées, de très-belles serrures de taille formidable, des heurtoirs et divers autres objets de quincaillerie d'art d'une grande perfection.

8° *La Russie.* (1) — Dans la grande galerie des machines, la Russie présente les collections créées par l'École Impériale technique de Moscou dont M. Dellas-Vos est le directeur. Cette école est un établissement d'enseignement supérieur théorique et pratique, qui a quelque ressemblance avec nos écoles nationales des arts et métiers de Châlons, d'Angers et d'Aix. Elle a pour but de former des ingénieurs, des constructeurs et des contre-maîtres; on y enseigne le dessin, et plusieurs arts, entre autres celui du serrurier et du forgeron. En outre des ateliers spéciaux d'apprentissage munis de tous les objets indispensables à un enseignement méthodique, qui sont dirigés par des maîtres particuliers, l'École possède une usine pour la grande construction qui est desservie par des ouvriers salariés. Cependant cette usine n'a pas été créée dans un but mercantile, mais bien tout spécialement pour offrir aux élèves un exemple constant des conditions du travail industriel dans tous ses détails pratiques. Près de 600 élèves dont cent boursiers suivent les cours de l'établissement, qui ressort du département de l'impératrice Marie, placé sous la direction de S. A. I., le prince Pierre d'Oldenbourg.

L'exposition de l'École est particulièrement intéressante au point de vue de l'enseignement professionnel. Les cours pratiques que suivent les élèves sont parfaitement indiqués au visiteur, au moyen de tableaux établis d'après une méthode systématique et graduée, qui font voir clairement que le plan suivi permet d'arriver à vaincre progressivement les difficultés que présente chaque sorte d'étude de métier. Il est beau de voir un pays qui passe encore pour être très-routinier s'appliquer à la démonstration des principes du travail, en suivant des idées nouvelles dont les bons résultats sont appelés à révolutionner le travail manuel de l'ouvrier russe.

Personne n'ignore que l'enfant de l'ouvrier est confié à l'atelier, à l'âge ou la force et le raisonnement sont encore à naître. Aussi la presque totalité de la durée de son apprentissage est-elle absorbée, surtout pendant les premiers temps, par des occupations parfois très-insignifiantes. L'apprentissage est toujours long, et quelquefois par ce fait improductif. C'est le défaut de méthode qu'il faut accuser dans ce cas, et la conception de l'enfant, aussi intelligente qu'elle puisse être, n'est jamais une compensation suffisante de l'absence de principes d'un enseignement pédagogique bien dirigé.

Les tableaux de la collection de l'École Impériale technique de Moscou, forment des collections divisées chacune en trois catégories. La première comprend l'ensemble des outils en usage. Ainsi pour le forgeron, par exemple, on y voit figurer les marteaux, les tranches, poinçons, tenailles, pinces, calibres, compas, équerres, etc., etc. A l'ajusteur, on présente les instruments les plus en usage, servant à mesurer les dimensions, tels que compas d'épaisseur, pieds à coulisse, etc. Ensuite arrive le tableau des outils qui percent les métaux, celui des outils à tarauder, des forêts, des instruments et appareils qui servent à tracer les pièces brutes pour les préparer à être travaillées. La deuxième catégorie comprend une collection de modèles graduées destinés à l'étude méthodique et suivie de l'ajustage dont elle est en quelque sorte la gamme du travail, et avec laquelle le commençant s'habitue progressivement à vaincre les difficultés d'exécution. Enfin, la troisième catégorie renferme une collection d'éléments de machines diverses, en dehors souvent de nos études spéciales. Cependant on y remarque des pièces d'outils mécaniques que l'art du serrurier emploie.

Tous les objets compris dans les collections dont nous venons de parler sont ou de grandeur naturelle, ou plus grands que nature; il sont parfaitement

(1) Voir aussi Tome IX, p. 290 Visite en Russie.

exécutés par les élèves de l'établissement. Dans les collections spéciales à la serrurerie, on remarque celles qui ont trait aux soudures, soit par le moyen du brasage soit par le procédé dit à chaude portée. Chaque numéro de la collection est composé de deux objets dont le premier représente les pièces préparées ou amorcées pour la soudure, et le deuxième les pièces réunies et soudées. Les collections d'assemblages du fer par les rivures donnent la coupe des objets rivés, et les défectuosités amenées par de mauvais ajustements, ce qui est l'un des côtés pratiques les plus ingénieux que nous connaissions de cet enseignement.

En résumé, l'instruction pratique recueillie par les élèves de cette école est remarquable, au point de vue intelligent. Rien ne nous est apparu, dans ce genre, de mieux combiné; c'est très-ingénieux, très-savant et très-simple, et cette organisation fait le plus grand honneur à M. le conseiller d'État Della-Vos, qui a bien voulu nous donner sur place les explications intéressantes que viennent de lire nos lecteurs.

A Saint-Pétersbourg, ainsi qu'à Tscherepovetz, existent deux autres écoles dont les produits figurent à l'Exposition de 1878, mais elles ne nous offrent pas, à beaucoup près, le même intérêt que celle de Moscou.

9° *La Suisse.* — Nos bons amis, les Helvétiens, ne semblent pas très-adonnés à l'art de la serrurerie. Cependant Zurich et Bâle nous ont envoyé de beaux coffres-forts. L'un deux, dû à M. Franz Bauer est très-élégant, sa face polie et gravée est accompagnée de deux colonnes sculptées, et surmontée d'un joli couronnement, M. Godefroi Stierlin, de Schaffouse, a inventé plusieurs systèmes de ferme-portes très-ingénieux, entre autres, la fiche et la *charnière automotrice*, qui agit par le procédé bien connu de la torsion des fils d'acier, peu appliqué, jusqu'à présent aux petites ferrures. Les fiches et les charnières automotrices se fabriquent de plusieurs forces, afin de fermer les portes légères et lourdes, leur système a été appliqué à toutes les portes de l'Exposition universelle de 1878 (Palais du Champ de Mars.) Le même serrurier a composé une nouvelle ferrure à laquelle il a donné le nom de va-et-vient; au moyen de cette sorte de pivot, (fig. 23) qui se pose dans la feuillure des portes, et par conséquent est pour ainsi dire invisible, on fait agir les dites portes des deux côtés. Comme on le voit, c'est au moyen d'une spirale d'acier *a* et d'une paillette *b* que fonctionne le va-et-vient de M. Stierlin.

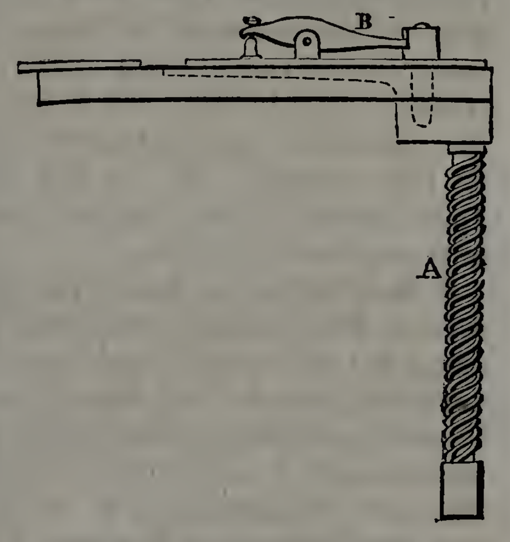


Fig. 23. — Ferme-porte suisse.

10° *La Belgique.* — Disons tout de suite que les serruriers belges se sont particulièrement distingués par la nature de leurs envois.

M. Vauters-Kœk, de Bruxelles, a exposé une grille monumentale à deux vantaux en fer forgé, elle est accompagnée de deux pilastres carrés à jours, c'est-à-dire qu'ils sont composés chacun de quatre faces. Cette grille est tout simplement magnifique. Elle est surmontée d'un grand couronnement aux armes royales. Au-dessus des pilastres sont deux vases recevant des bouquets de fleurs. Les accessoires de la décoration rappellent les féeriques ouvrages du serrurier nancéen Lamour. Sur la surface de cette clôture remarquable, s'étalent de tous les côtés des roses, des tulipes, des marguerites, des raisins, des guirlandes de feuillages, le tout en fer repoussé au marteau, disposé de façon à former un

ensemble merveilleux, très-artistique. Ce beau travail de serrurerie qui est assez mal placé, et à contre-jour, est à vendre au prix de 15,500 francs. Ce prix nous a paru assez élevé, malgré le grand travail de main d'œuvre auquel il a donné lieu et le mérite de l'exécution, qui cependant ne peut être encore comparé à la perfection atteinte par les serruriers autrichiens dont nous avons décrit précédemment les ouvrages.

M. Franken, aussi de Bruxelles, expose divers objets de serrurerie très-remarquables, parmi lesquels il faut citer des ferrures en fer forgé, des marteaux de porte, une corbeille remplie de fleurs relevées au marteau, des candélabres, des accessoires de cheminée : landiers antiques, pelles et pincettes, etc. Toutes ces pièces ont un caractère artistique très-déterminé. Elles sont fixées sur un panneau de chêne placé sur la paroi de la muraille près de la grande grille de M. Vauters Kœk. Tout à côté encore, deux jolis dessins représentent : l'un une très-belle rampe du style Louis XVI, c'est celle du grand Escalier d'honneur de l'hôtel du comte de Flandres, l'autre une autre rampe appartenant à Madame la Duchesse de Nassau. Dans ce dernier ouvrage, les panneaux renferment des chiffres entrelacées et la couronne ducale.

La serrurerie de Liège est représentée par M. Hubert Demet qui expose un coffre-fort décoré d'ornements du style Louis XVI. Elle nous a envoyé un admirable panneau de porte dû à MM. Fraigneux frères. Ce panneau en fer forgé et poli, est rectangulaire et disposé à la grecque. Le dessin en est très pur, son exécution est parfaite. Au milieu, est un médaillon ovale renfermant des initiales croisées, avec branches de laurier. L'accompagnement du motif principal forme des entrelas de tiges garnies de feuillages qui semblent, de prime-abord, à cause de leur légèreté, être en tôle repoussée, mais qui sont véritablement enlevés dans la masse du fer. Enfin l'encadrement est formé d'un cours de grosse moulure profilée avec soin.

Si la Belgique ne nous a pas envoyé une grande quantité de travaux de serrurerie et de ferronnerie, elle nous indique, par d'autres produits figurant à l'exposition de 1878, qu'elle peut nous donner facilement les moyens de fabriquer des ouvrages de toutes les dimensions et de toutes les formes. Avec les fers et les tôles de grandeurs démesurée que ses forges fabriquent, ce pays tout voisin vient en aide à nos constructeurs chargés de travaux de grandes proportions. Au milieu de ses machines, de ses puissants outils, de ses filatures et de ses appareils distillatoires, la Belgique fait apparaître les fers profilés des forges de la Providence, de Monceau-sur-Sambre, du Châtelet, d'Acoz, de Couillet, de Clabec, etc. Ces barres de métal, appuyées en faisceaux sur leurs chevalets, atteignent souvent à la hauteur du faîtage du comble de la galerie des machines, (environ 22 mètres.) Des feuilles de tôle de dix millimètres d'épaisseur ont les dimensions étonnantes de 4 mètres 20 sur 1 mètre 76, elles nous arrivent de Charleroi. La société Cockerill, de Seraing, nous envoie d'autres feuilles de 5 millimètres, longueur 15 mètres, largeur 1 mètre 50. Sous la marquise, à l'extérieur du Palais, repose sur le sol, une longue feuille de 30 mètres 32 sur $0^{m},31$ et 0,009 d'épaisseur. A côté, se voient des feuilles de tôles striées de 8 mètres 30 de longueur, $0^{m},50$ de large, et $0^{m},008$ d'épaisseur. Ces barres, ces feuilles et ces formidables rubans de métal sont les résultats d'autant de gigantesques efforts, tours de forces industriels.

11° *Les sections étrangères à la suite des précédentes.* — A notre grand regret, nous ne trouvons rien à signaler en Grèce; l'art qui nous occupe ne s'offre aucunement à nos yeux dans les parties de l'exposition réservées aux Républiques hispano-américaines. Pas plus que le Pérou, Siam, le Maroc et Tunis ne nous ont envoyé un seul objet de serrurerie. Ce sont les divers états

de l'Europe qui alimentent ces différents pays, où l'industrie que nous étudions est loin de fleurir.

En Perse, le peu de quincaillerie que nous avons trouvé consiste en ferrures et fermetures de meubles, et c'est ce que fabrique de plus mauvais la Picardie.

Enfin le Duché de Luxembourg, (1) Saint Marin, Monaco, laissent notre crayon tout à fait inactif. Le Portugal (2) n'affirme l'existence de ses serruriers que par l'envoi de deux coffres-forts qui n'ont rien de bien remarquable.

La Hollande dont cependant l'industrie est très-active, ne nous montre, en fait de serrurerie, que quelques échantillons du savoir-faire des élèves de l'École professionnelle d'Amsterdam. Ce sont des pièces détachées, des outils du métier, des serrures, etc., qui n'ont d'autre mérite que celui d'être confectionnés par de futurs ouvriers que nous jugeons être pleins de bonne volonté et de zèle.

Voici, à moins d'oublis involontaires, ce qui constitue le bilan des sections étrangères de l'Exposition de 1878, moins cependant ce que nous allons trouver, soit dans les jardins qui bordent la Seine, soit du côté du Palais du Trocadéro. Le lecteur a vu que nous avons suivi, jusqu'à présent, un itinéraire que nous indiquait tout naturellement le plan de l'Exposition. Notre revue a donc été méthodique jusqu'ici; nous continuerons à y mettre autant d'ordre que cela est possible, afin que nos lecteurs puissent nous suivre facilement dans nos pérégrinations.

La serrurerie étrangère dans les jardins de l'Exposition.

Dans la partie découverte de l'exposition qui s'étend de l'axe du Palais jusqu'à la Porte de Grenelle, nous avons remarqué plusieurs serres et constructions anglaises. (3) L'une des serres est une sorte de pavillon circulaire, dont le comble est en forme de dôme, couronné par un lanternon surmonté d'une pointe, huit fermes du système dit américain dont les remplissages sont formés par des croix de St André continues, supportent cette coupole. On pénétre dans la serre par quatre portes ouvertes en pénétration, et de forme ogivale. En somme, rien de bien extraordinaire à signaler ici comme style et comme main-d'œuvre.

A la suite, se trouvent deux autres serres dont le plan est rectangulaire. L'une d'elles construite par les soins de M. Boyd et fils, est en fer et fonte, avec des façades composées d'une suite de châssis à archivoltes entre pilastres; au-dessus est un chéneau courant mouluré et couronné d'une frise à motifs distancés. Le comble est fortement cintré et reçoit un grand lanternon de même forme comportant aussi son chéneau, sa frise de couronnement et deux poinçons ornés. Cette grande serre rappelle en même temps le jardin d'hiver sur de petites proportions et la façade d'une orangerie.

Nous retrouvons encore ici les grands industriels anglais Barnard, Bishop et Barnhards. Ils ont élevé, à grands frais, dans cette partie de l'Exposition une construction métallique considérable, d'un aspect bizarre, semi-oriental. C'est un grand kiosque, auquel ils ont donné le nom de *Pavillon orné, de fer fondu et forgé* (4). Ce pavillon ouvert à tous les vents, se compose de deux étages sou-

(1) Voir aussi Tome IX p. 95 et 324.
(2) Tome IX p. 108.
(3) Voir pour le chauffage des serres, le tome IV p. 320.
(4) Ce pavillon avait déjà figuré à l'Exposition de Philadelphie. Ses dimensions sont de 35 pieds de longueur, sur 18 de large, et 35 de hauteur jusqu'à l'extrémité du faîtage. (Le pied anglais vaut 0m305 environ).

tenus par vingt-huit colonnes carrées, avec un escalier ajouré desservant la partie supérieure. Une galerie règne sur les quatre faces à la hauteur du premier étage, elle est garnie d'une balustrade japonaise, et est supportée par des consoles. Au devant de la salle que forme le rez-de-chaussée, existe un garde-corps orné de 72 grands motifs, chacun d'eux, représentant une fleur de soleil sur sa tige garnie de feuilles. Le comble dont les chevrons sont en fer à Té, affecte la forme chinoise. Ce pavillon a des airs de monument, mais il manque complètement d'élégance. Les constructions de ce genre, qui sont destinées à l'ornementation, ou tout au moins à l'ameublement des parcs et des jardins doivent être légères et gracieuses, ces conditions sont indispensables afin de ne point faire tache dans les milieux élégants où l'art rivalise avec la nature. Mais les constructeurs du kiosque anglais n'ont pas vu les choses ainsi. Ils ont fait grand, solide, lourd et laid, et leurs motifs d'ornementation sont loin d'être de bon goût.

Dans ce pavillon, sont exposés divers modèles de chaises et de bancs de jardins qui ne peuvent rivaliser en quoi que ce soit, avec les produits de cette industrie du meuble en fer qui est essentiellement française. En effet, à part quelques-uns de ces objets copiés sur les similaires créés par nos industriels, les sièges anglais n'offrent rien de bien agréable au point de vue de la forme. De plus, leur prix est exorbitant. Pour donner une idée de l'exagération de leur valeur marchande, faisons remarquer que la chaise anglaise en fer à dossier et fond élastique, est cotée 1 livre 8 schellings (environ 32f,50), tandis qu'en France, elle ne vaut tout au plus que la moitié de ce prix.

Du côté du Trocadéro, nous n'avons trouvé que peu d'échantillons de la serrurerie étrangère. Nous ne signalerons donc que les ferrures des portes d'entrée du village Japonais, qui présentent beaucoup d'analogie avec celles dont nous avons précédemment parlé, et celles des portes et des croisées des pavillons en bois qu'ont élevés les Suédois et les Norwégiens. Ces dernières consistent en fiches à vases et en paumelles dont les lames sont très-courtes. Les serrures sont entaillées; du reste, ce système détestable est adopté dans presque toute l'Europe. Enfin quand nous aurons dit que quelques meubles égyptiens et persans sont garnis de ferrures d'un aspect assez primitif, nous aurons passé en revue, à peu de chose près, l'industrie ferronnière de l'étranger dans cette partie de l'Exposition universelle.

La serrurerie française à l'Exposition.

Nous n'avons pas l'intention de détailler, partie par partie, les diverses constructions officielles qui couvrent le Champ-de-Mars, différents ouvrages ayant été déjà écrits sur ce sujet. Mais sans vouloir en faire la monographie complète, il nous est impossible de ne pas dire quelques mots de ces importants travaux, tout en maintenant notre appréciation exprimée précédemment.

La coupe sur l'axe transversal du palais, (planche B de l'atlas des Etudes sur l'Exposition de 1878), nous donne une idée suffisamment claire de la disposition des fermes des combles des galeries et de leurs supports verticaux métalliques. Quant aux arbalétriers qui sont soulagés par des systèmes de cordes, de poinçons et de contre-fiches, nous n'avons plus rien à en dire, nos lecteurs connaissent parfaitement les détails de leurs assemblages. Nous ne nous arrêterons que devant le comble de la galerie des machines dont la largeur est de 35m,600 et la longueur d'environ 700 mètres. Le faîtage est à 24m,10 du sol. Les fermes sont ici construites sans arcs-boutants, ni tirants, ni artifices d'aucune sorte. Elles sont ajou-

rées, et les remplissages ou entretoises intérieurs s'attachent sur des arcs surbaissés qui forment la nervure basse de l'arbalétrier. Les pannes qui relient les fermes de ce grand comble sont espacées de 1^{m},92 d'axe en axe, elles sont placées verticalement et reçoivent la buttée des remplissages obliques. Les pieds des arbalétriers reposent sur des colonnes en fonte d'un modèle spécial, renforcé en forme de console, à la hauteur de ce repos. En somme, cette halle quoique construite sur les données ordinaires, est d'une légèreté remarquable, ce qui n'exclut aucunement le solidité, que l'examinateur devine, sans autre secours même que celui de l'œil.

Le comble et la façade de l'un des grands vestibules, sont représentés à la pl. C, (tom. IX) du même atlas, qui nous donne ainsi les dimensions et les détails de ce travail de ferronnerie. Le trompillon des fermes circulaires de la voûte est à 35^{m},21 du dallage. Nous ne nous appesantirons pas sur les détails de fabrication de cet ouvrage considérable, les dessins mis sous les yeux de nos lecteurs étant plus que sufffisants pour les en pénétrer. Mais ce que nous tenons à faire remarquer, c'est la grande variété des effets d'ornementation obtenus par les dispositions architecturales nouvelles qui se trouvent répandues dans toutes les parties de cette portion du monument. Comme nous l'avons fait pressentir plus haut, les amateurs des créations vraiment originales doivent être satisfaits. En effet, ici tout est en dehors du connu, détails et ensemble; l'œil est étonné par ces nouveautés hardies qui nous sortent complètement des travaux classiques. Si ce n'est pas là de l'architecture ferronnière dans toute sa splendeur, c'est du moins un essai grandiose et très-réussi qui nous fait voir bien clairement que nous arrivons à des formes tout à fait nouvelles, et que l'art monumental est prêt à se transformer d'une manière complète. La polychromie, que réclament à grands cris les novateurs, trouve facilement son application sur les parois métalliques apparentes de la partie du monument qui nous occupe ici, et ce n'est pas un mince avantage. Regardez à travers les arbres du parc la façade du Champ-de-Mars, voyez comme cette grande verrière multicolore aux reflets magiques donne à tout ce qui l'environne un air de fête. Là, les murs de pierre et de marbre seraient froids et ne diraient rien à l'imagination, tandis que le fer coloré et les vitrages renfermés dans leurs sertissures disposées en mosaïques, réjouissent l'œil du visiteur, tout en lui montrant quelque chose de tout à fait inattendu.

Dans le Palais du Champ-de-Mars, nous n'avons à visiter, pour en rendre un compte sommaire, que quelques exposants faisant partie des classes 25 et 28. Signalons tout de suite, dans cette partie de l'Exposition, les auxiliaires de la serrurerie française, tels que les fabricants d'objets en fonte malléable comme M. Dallifol, par exemple, qui nous montre de fort belles ferrures polies simulant le fer forgé. MM. Bouchacourt, Lecerf, Dervaux, Ibled, sont toujours les habiles fabricants de boulons que l'on estime le plus. Le Val d'Osne dirigé par l'habile M. Mignon, l'un des principaux constructeurs de la capitale, et les autres fonderies dont les dépôts de Paris sont bien connus, exposent ici leurs balcons et leurs belles fontes de bâtiment. La maison Vieillard-Migeon, la providence du ferreur, nous prouve que la fabrication de la vis est toujours parfaite chez elle.

Parmi les fabricants de quincaillerie dont les vitrines renferment des ouvrages remarquables, nous citerons en première ligne : MM. Bricart frères, les successeurs de leur père, qui tenait lui-même sa maison du fameux Sterlin. Cet établissement est depuis bien des années à la tête de l'industrie qui nous occupe en ce moment. Jamais il n'est sorti de ses ateliers un objet défectueux, et presque toutes les heureuses innovations de la serrurerie moderne en proviennent. Aussi la marque ST, qui est celle de cette maison, est-elle connue du monde entier. L'exposition de MM. Bricart est fort belle; on y remarque de très-riches

espagnolettes à poignées verticales, des serrures à coffres de différents styles, des pivots à bain d'huile et d'autres ferrures parfaitement soignées, un marteau de porte sur une rosace représentant le portail gothique d'une église, etc. Des serrures ordinaires, dont le palastre est enlevé, nous font voir une disposition nouvelle, et qui doit être fort heureuse; les barbes des pênes sont en bronze. Dans cette maison règne à perpétuité l'invention : c'est à elle que nous avons dû jadis les gâches à rouleaux, les chanfreins à 32 degrés, les rondelles aux foliots, etc., etc.


Fig. 24. — Lanterne Louis XIII en fer forgé et repoussé, exposée par M. Bodart.

De très-jolis échantillons de quincaillerie ciselée et dorée se font remarquer dans les vitrines de MM. Rivain et Bezault, où l'on voit de forts beaux vases de rampe du style renaissance, des boutons et des béquilles très-riches à ajustements différentiels, etc., dans celle de MM. Vaillant, Fontaine et Quintard, qui nous montrent des articles d'écurie très-bien compris, etc., etc. Nous citerons encore l'exposition de M. Honnard, fabricant de clés, qui sait très-artistement en découper et en ciseler les anneaux, celle de M. Marlette, fabricant de cadenas incrochetables, qui possède une grande quantité de types différents de ces fermetures, répondant aux divers besoins de l'armée, de la marine, des chemins de fer et des grandes administrations, celle de MM. Moreau et Brichart, autres fabricants de cadenas à secrets, à combinaisons, etc., etc. Enfin, parmi la quincaillerie et la serrurerie de Picardie et de Charleville, nous distinguerons la manufacture d'Escarbotin de M. Maquennehen (marque JPM), dont les produits sont généralement estimés. Rien de nouveau n'est à signaler dans les vitrines des exposants de ces pays, producteurs par excellence des objets de ferronnerie et des serrures; on ne peut que constater que leur exécution est légèrement supérieure depuis la dernière exposition.

Nous avons trouvé ici un étau que l'inventeur M. Deséeure appelle *étau à boîte et à vis articulées*. Cet outil nous a semblé présenter l'avantage d'un serrage parfait, ce qui ne s'obtient pas toujours avec l'ancien système; ce résultat est dû à une double articulation de la boîte et de la vis, et à la forme du mors de la mâchoire mobile qui est cintrée, et par conséquent toujours normale à la surface verticale de la mâchoire fixe.

Deux artistes dont les expositions se trouvent placées à juste titre, au milieu des bronzes d'art (classe 25, groupe 3), nous appartiennent certainement, car ce sont des serruriers. Nous voulons parler de MM. Bodart et Berghes, qui nous donnent à examiner des spécimens extrêmement remarquables de leur industrie. Des candélabres, des lustres, des lanternes, des appliques et jusqu'à des cadres de miroirs Henri II, en fer forgé et poli ou noirci, attirent là les regards des connaisseurs. M. Bodart a le mérite de s'être consacré, l'un des premiers à Paris, à rendre à la serrurerie artistique la place honorable qu'elle mérite. Il a constitué un grand nombre de modèles remarquables; sa collection se compose d'une

quantité d'objets en fer forgé et repoussé au marteau, dont les prix sont relativement très-modérés.

La fig. 24 représente une délicieuse lanterne du style Louis XIII, exécutée par cet exposant. La couronne, ainsi que les ornements moulurés, le culot et les fleurons sont relevés au marteau. Les petites frises, d'un travail très-délicat, sont découpées à la main, comme la partie ajourée placée au-dessus de la lumière. Cet exposant nous montre encore des torchères d'un travail merveilleux dont les socles, les fûts quadrangulaires et les chapiteaux sont composés de moulures multiples repoussées au marteau par les anciens procédés, et ornés de motifs ajourés, de feuillages et de volutes d'une composition très-artistique. Les bras des lumières s'échappent des chapiteaux à grands renforts de consoles et de

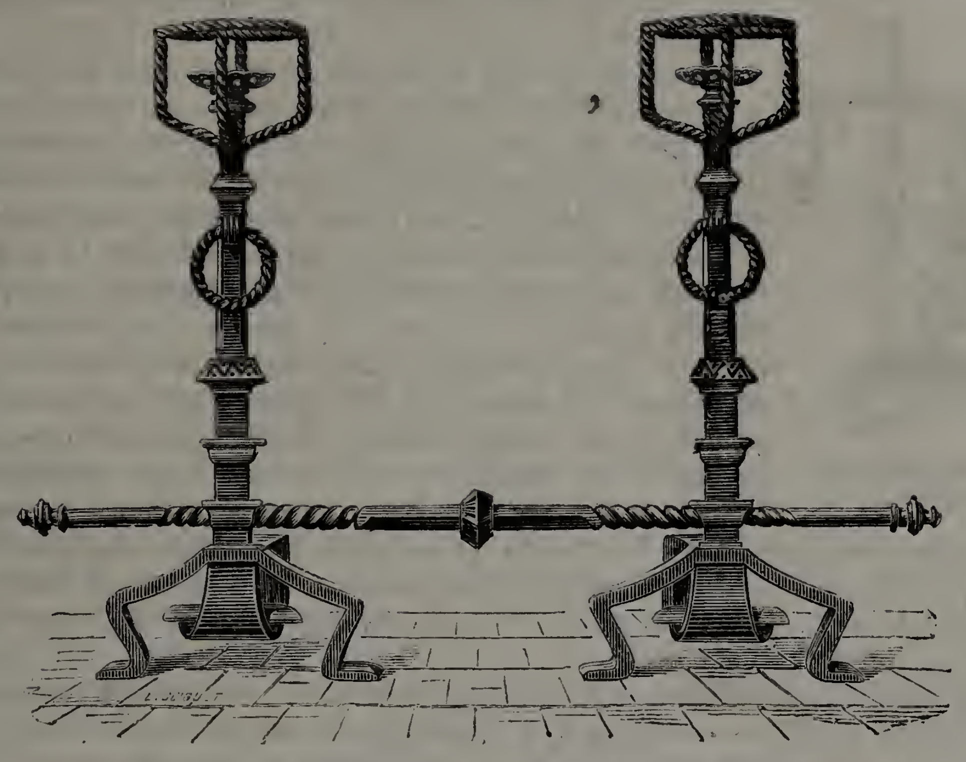


Fig. 25. — Landiers en fer forgé, exposés par M. Bodart.

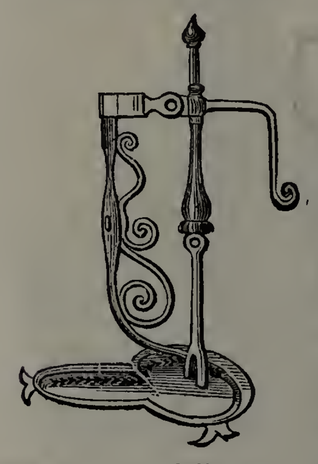
rinçeaux richement garnis de feuilles élégantes. Ces torchères valent 12,000 fr. la paire. L'exposition de M. Bodard, qui comprend encore divers objets mobiliers parmi lesquels l'on remarque les landiers antiques en fer forgé que représente la fig. 25, est close par une grille courante en petit fer plat, constituée par une série d'enroulemens très-gracieux, assemblés entre eux au moyen de liens et divisés par des montants terminés au sommet par des rosaces.

Dans la même galerie, M. G. Masson expose de très-beaux landiers en fer forgé, des lustres et des lanternes, et jusqu'à un cadre de baromètre. Ces objets de styles divers sont très-réussis ; à côté de ce serrurier habile, M. Marrou, de Rouen, nous montre un ouvrage remarquable. C'est un repoussé au marteau représentant un écusson, sans armoiries, mais ayant pour supports des griffons. L'écu est surmonté d'un casque avec cimier. Son voisin, M. Stassar, un autre fabricant de serrurerie d'art, a reproduit d'après des dessins puisés à des sources pures, divers objets appartenant à différentes époques. Des chandeliers à ressort, des bougeoirs Louis XIII, des lustres, une lanterne dans le goût vénitien, des chenêts obtenus par les anciens procédés du repoussage, de la forge, et de la ciselure, composent son exposition qui se complète par une garniture de cheminée du style Louis XVI, dont les profils moulurés, les vases et les feuillages d'applique sont assez élégants. Le mérite de cet industriel consiste surtout en

ce point très-important : c'est d'avoir rendu ces objets abordables aux bourses moyennes, ce qui n'exclut pas un certain degré de perfection. Cependant, aucun des objets créés par M. Stassar, ne peut rivaliser avec ceux de ses confrères à la tête desquels M. Bodart tient haut et ferme le drapeau de la serrurerie artistique du XIX[e] siècle.

La fig. 26, représente un chandelier du XVI[e] siècle en fer forgé, ciselé, dessiné d'après ce dernier exposant.

Un autre serrurier, M. Dechelette, expose deux candélabres en acier forgé et poli. Ces pièces, d'assez petite dimension, et dont la composition, au point de vue du dessin, est assez ordinaire, sont remarquablement exécutées. Le fini en est parfait et très-minutieusement observé, aussi le créateur de ces deux objets, dont le modèle est unique, en demande-t-il la somme élevée de 1,500 francs.


Fig. 26. Chandelier en fer forgé.

Avant de quitter le Champ-de-Mars, nous devons visiter e pavillon de la ville de Paris qui nous intéresse à plus d'un titre. Si nous examinons les nombreux dessins dressés par les habiles architectes appartenant à l'administration de notre capitale, nous trouverons là de nombreux sujets d'étude. Signalons parmi les plus intéressants le n° 464, où l'on voit la coupole de l'Église Saint-Augustin et les détails de son comble en fer avec ses fermes concentriques ajou rées et le campanile en fonte qui la surmonte; le projet-d'entrepôt de Bercy, dû à M. Lheureux, architecte, très-grandiose et admirablement réussi par cet artiste qui a certainement étudié très-longuement son sujet des plus arides; le marché des Martyrs, construit sous la direction de M. Magne, qui nous donne l'élévation d'une ferme de comble et d'une colonne de support avec les consoles qui l'accompagnent; le marché de l'Ave-Maria, remarquablement étudié au point de vue de l'aération et du bon agencement, etc., etc.

Parmi les jolis modèles exposés ici en nombre assez considérable, nous remarquerons celui du bâtiment des vins, à l'entrepôt de Bercy, exécuté au $^1/_{10}$ de la grandeur. Les fermes du comble sont complètement dégagées des cordes qui retiennent habituellement leur écartement; chaque arbalétrier, ajouré à l'américaine, se bute au milieu sur des consoles placées sous le faîtage. Ces dernières reposent sur des points d'appui formant colonnes, qui sont de toute la hauteur du bâtiment elles s'assemblent sur des poutrelles en fer à cornière et en tôles qui reçoivent les planchers composés eux-mêmes de poutres sur lesquelles s'appuient les solives en fer à double té, disposées de façon à supporter directement le parquet. Les chevrons du comble sont en fer à croix, ils s'appuient sur des pannes en fer à double té; le lattis est formé par des fers à cornière, et se trouve arrêté au moyen de taquets rapportés sur les chevrons. Le chéneau est en tôle et de forme très-simplifiée. Enfin les sabots des fermes reposent sur les abouts des poutrelles qui sont supportés par des points d'appui verticaux composés de fers et de tôle assemblés. Un autre modèle, merveilleusement exécuté (n° 436), est celui du marché des Martyrs, dont nous venons de parler, Enfin, sous le n° 430, nous pouvons examiner celui qui représente les combles de la Bibliothèque de l'École de Droit, dont les arcs de retombée et les consoles de support sont apparents.

Dans le petit compartiment réservé à l'intérieur du pavillon aux établissements des aliénés, nous avons remarqué trois serrures très-bien faites, dont deux à gorges mobiles et à secret pour tiroirs, et l'autre de modèle très réduit pour porte. Ces objets de serrurerie sont fabriqués par un *alcoolique lypemaniaque*

avec hallucinations de l'ouïe, et tendances homicides, dit la notice. Un autre pensionnaire de Ville-Evrard, aussi mal noté, a produit une très-belle paire de chenêts antiques, en fer forgé et poli dont les enroulements à volutes très-soignés sont réunis par des liens multiples.

L'intéressante École des apprentis du boulevard de la Villette, excellente institution professionnelle due à la sollicitude du Conseil municipal de Paris, expose des outils de serrurerie bien exécutés parmi lesquels nous citerons des chasses, des poinçons de forge, des tranches, des tenailles, des pinces, des compas, etc. Des pièces nombreuses indiquent l'habileté et le savoir des petits forgerons et ajusteurs que cette école prépare, en suivant un ordre d'enseignement méthodique parfait.

Le pavillon de la ville de Paris mériterait à lui seul une description complète. Nous nous contenterons d'en parler sommairement, ainsi que nous y force le peu d'étendue dont nous pouvons disposer. On sait que ce pavillon est presque entièrement construit en fer et en fonte. Au-dessous du comble est disposé un plafond vitré divisé en plusieurs compartiments, dont les encadrements reposent sur des poutrelles ajourées par des croix de Saint-André ornées de motifs au milieu. Les extrémités des poutres latérales s'appuient sur des consoles élégantes, supportées par de légères colonnes contre-butées chacune par deux sections de poutrelles semblables aux précédentes; celle du haut est surbaissée d'un motif d'ornementation composé d'une croix de Saint-André, de rosaces et de volutes.

A l'intérieur, ce pavillon est ravissant. Le métal a parfaitement rempli là son emploi. Grâce à lui, l'architecte habile qui a dirigé cette construction (1), a su la rendre spacieuse en même temps que hardie, gracieuse et légère tout à la fois. L'éclairage en est très-bon, et les plafonds à vitrages répandent une lumière douce qui donne une grande valeur aux objets exposés. Mais à l'extérieur, où tout cependant accuse la prédominance du fer sur les autres matériaux du bâtiment, qui ne sont là que des accessoires, le critique trouve beaucoup à blâmer. Il s'élève contre l'abus des émaux et des couleurs trop vives; cependant le système adopté répond aux exigences nouvelles. La polychromie est réclamée de toutes parts; le métal se prête admirablement à cette exigence de l'ornementation qui n'est qu'une combinaison de nuances diverses dont il ne faut pas cependant trop abuser. Nous nous arrêtons ici, afin de ne point anticiper sur le domaine de l'architecture proprement dite, en insistant cependant de nouveau sur la propriété particulière que possède le métal de recevoir facilement toutes les applications de la décoration picturale Le fer qui se prête à tous les caprices de la forme, tend de plus en plus à devenir apparent, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de nos édifices; il devra désormais concourir à rendre ces derniers plus agréables à l'œil avec le secours de la peinture qui cessera de lui fournir les couleurs uniformes d'autrefois aux tons gris et ternes que l'on n'osait pas dépasser, pour le revêtir de couleurs vives auxquelles il faudra bien que les yeux des français routiniers s'habituent.

Que le lecteur se transporte maintenant, ainsi que nous l'avons fait nous-mêmes, dans le parc du Trocadéro. Nous lui ferons examiner tout d'abord, dans la partie de droite de ce parc, un kiosque vitré, surmonté d'un dôme ogival. C'est une création de l'usine de M. Lichtenfelder, directeur de l'ancienne et importante maison Carré, et constructeur spécial de serrurerie artistique appropriée à l'usage des jardins. Nous aurons, du reste, occasion de reparler de son industrie. Quant à présent, disons que la construction qui s'offre à nos

(1) M. Boussart, architecte de la ville de Paris.

yeux est très-légère, très-élégante et très-décorative. Elle est placée tout auprès de l'aquarium d'eau douce.

Un autre kiosque, exposé par la Société anonyme de Saint-Sauveur-Arras, se compose d'un pavillon de rez-de-chaussée et d'une volière au-dessus, avec comble de forme chinoise, escalier extérieur et galerie garnie d'un balcon à hauteur du premier étage. Ce kiosque est construit en fer plein et creux, il est d'un aspect assez élégant et renferme divers échantillons des nombreux objets fabriqués par la Société, qui possède une usine des plus importantes et dont le capital atteint l'énorme somme de quatre millions de francs. Parmi les produits de cette maison, nous avons remarqué des siéges très-confortables, des bancs, des tables de jardins. Ces ouvrages sont exécutés tantôt avec des tubes de fer creux, tantôt avec des tringles pleines, c'est aussi en employant le métal sous ces diverses formes que l'usine fabrique couramment et livre à des prix très-modérés des volières, des faisanderies, des marquises, des pavillons de toutes sortes, etc., etc.

La fig. 1 de la planche VII représente l'élévation d'une vérandah ou pavillon carré à usage de serre, de salon, de salle à manger d'été ou de salle de lecture, que cette société établit au prix de 35 à 45 francs le mètre carré avec le comble figuré en A, et de 30 à 40 francs avec le comble B. Ainsi, en admettant une longueur en façade de 8 mètres et une profondeur de 5 mètres, cette construction élégante ne coûterait que 1,700 francs dans le premier cas, au maximum, ce qui est un prix très-modéré ; la dépense pourrait ne pas excéder 1.200 francs dans le second cas, ce qui serait alors le *nec plus ultra* du bon marché. La figure 2 de la même planche donne le dessin d'une rampe en fer forgé que la même usine livre au prix de 24 francs le mètre courant, sur une hauteur de 0m,90, avec plus value de 4 francs par chaque retour d'angle, la console qui remplace le pilastre se payant à part environ 20 francs. Il serait impossible d'établir ces ouvrages à d'aussi bas prix à Paris. Aussi cette modicité nous a-t-elle frappés à juste titre, la question du bon marché étant l'une des plus importantes, surtout quand elle n'exclut pas le mérite de l'œuvre.

Nous avons parlé, dans la première partie de ces présentes études, des découpages obtenus par le procédé de la scierie mécanique nouvellement appliqué aux métaux. Mme veuve Delong, créatrice de cette intéressante industrie, expose de véritables chefs-d'œuvre dans un élégant pavillon tout à fait voisin de celui dont nous venons de parler. Dans ce petit kiosque dont les motifs de décoration et les vitrages eux-mêmes sont formés de merveilleuses découpures de métal, et qui est surmonté d'un très-joli dôme, nous remarquons divers objets que nous allons passer en revue. En entrant dans le pavillon, l'un des premiers objets qui frappe l'œil est une glace dont le cadre est formé d'appliques métalliques sur velours, dont la décoration laisse bien loin en arrière les cadres en carton-pâte doré, si monotones et cependant si usités. Vient ensuite un modèle de porte, en fer repercé, qui par la finesse de l'exécution semble être le produit du travail des fées. A côté est un chiffre en bronze de 15 millimètres d'épaisseur, dont les contours sont très-gracieux. A gauche se présentent : un garde-feu élégant, des jardinières, des porte-plats, et divers objets mobiliers décorés avec beaucoup d'art.

Les appliques de métal découpé produisent sur les vitres un effet très-décoratif qu'il nous faut signaler ; cette innovation s'imposera, et tous les jardins d'hiver qui empruntent au fer l'élément de leur construction, se trouveront ainsi merveilleusement complétés. N'oublions pas le plafond du pavillon : il est composé de vitraux ; c'est encore une application tout à fait nouvelle du métal découpé, qui se travaille aujourd'hui si facilement suivant les dessins les plus variés et de manière à enchâsser les verres des couleurs les plus diverses. Cet ensemble de

métal et de verrerie produit un effet magique. Enfin des lambrequins, des rampes d'escaliers, etc., complètent cette belle exposition. On ne saurait trop louer la beauté de ces divers ouvrages, exécutés avec beaucoup de soin d'après des compositions remarquables. Nous donnons, pl. VII, fig. 3, un dessin représentant la moitié de la grande rosace ajourée du plafond lumineux du théâtre de la Renaissance, à Paris, ouvrage exécuté par Mme Delong, et ci-dessous deux autres dessins (fig. 27 et 28), spécimens des travaux courants produits par son usine.

Tous les motifs d'architecture que produisent le repercage et le découpage à la scie mécanique peuvent être facilement bronzés et décorés suivant les volontés les plus capricieuses ; aussi constituent-ils des éléments précieux d'ornementation, dont nos meilleurs artistes savent tirer le parti le plus avantageux.

Avant de quitter le parc du Trocadéro, nous devons mentionner un autre kiosque très-élégant, composé en grande partie avec des fers rustiques, et une serre hollandaise, parfaitement compris; ces deux ouvrages de serrurerie sont dus à M. Méry-Picart. Une deuxième serre, beaucoup plus importante, est encore à signaler. Elle représente dignement l'industrie spéciale de l'honorable et ancienne maison Lefèvre, où a été construit le magnifique jardin d'hiver du Jardin d'Acclimatation. Cette serre est composée d'un joli pavillon central avec une entrée surmontée d'un fronton Louis XV. Enfin citons les serres de forme hollandaise de MM. Ferry, Laillet et Leblond, dans la construction desquelles nous n'avons rien trouvé de nouveau, si ce n'est le système de clôture des châssis verticaux de M. Ferry, qui nous a paru assez ingénieux. Il se compose tout simplement d'un mentonnet dont le poids seul est suffisant pour amener la fermeture automatique très-complète du châssis, la tête de ce mentonnet s'engageant alors dans une mortaise pratiquée à même un montant dormant qui lui sert de gâche.

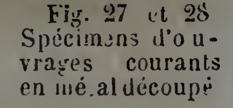


Fig. 27 et 28
Spécimens d'ouvrages courants en métal découpé

Vers la porte de la Seine, au Champ de Mars, M. Lamothe, serrurier à Paris, expose une grande serre aux allures monumentales; elle est composée de deux ailes et d'un pavillon central dont le dôme est élégamment surbaissé; il est supporté par des arcs à courbure gracieuse, soutenus eux-mêmes par des colonnes d'angle et de façade. Les ailes de la serre, ou plutôt de ce jardin d'hiver, sont en pénétration à droite et à gauche du pavillon; elles sont disposées à l'intérieur pour recevoir des châssis verticaux hermétiquement fermés, qui permettent l'une des opérations les plus difficiles et les plus délicates de l'horticulture, nous voulons parler de la reproduction des *orchidées*.

C'est dans ce même endroit que s'élève l'élégante construction dans laquelle le Ministère des travaux publics a organisé une splendide exposition de dessins et de modèles représentant les grands travaux d'art et d'utilité publique exécutés nouvellement. Toute la superstruction de ce bâtiment, fig. 29, est en fer, y compris les colonnes qui le supportent. Ces dernières sont composées de fers plats, de fers zorès et à profil en U, ainsi que l'indiquent les coupes suivant AB et CD, fig. 30 et 31. La partie CD forme un socle qui est à pans coupés; au-dessus la colonne présente un profil demi-rond, les chapiteaux et les bases sont en fonte, montés à vis, afin de faciliter le démontage. Le comble, ainsi que notre figure le fait voir, est très-léger, les fermes en sont brisées afin d'établir un plafond vitré sous le lanternon. La coupe, suivant EF, fig. 32, indique leur composition; elles sont formées de quatre cornières, de deux fers plats et de deux parois

verticales de tôles de 7 millimètres d'épaisseur. Les pannes courantes, fig. 33 ont en fer à double té, à larges ailes de $0^m,14$.

Dans la figure que nous avons relevée pour la joindre à notre description,

Fig. 29. — Coupe transversale de la charpente en fer du pavillon du Ministère des travaux publics.

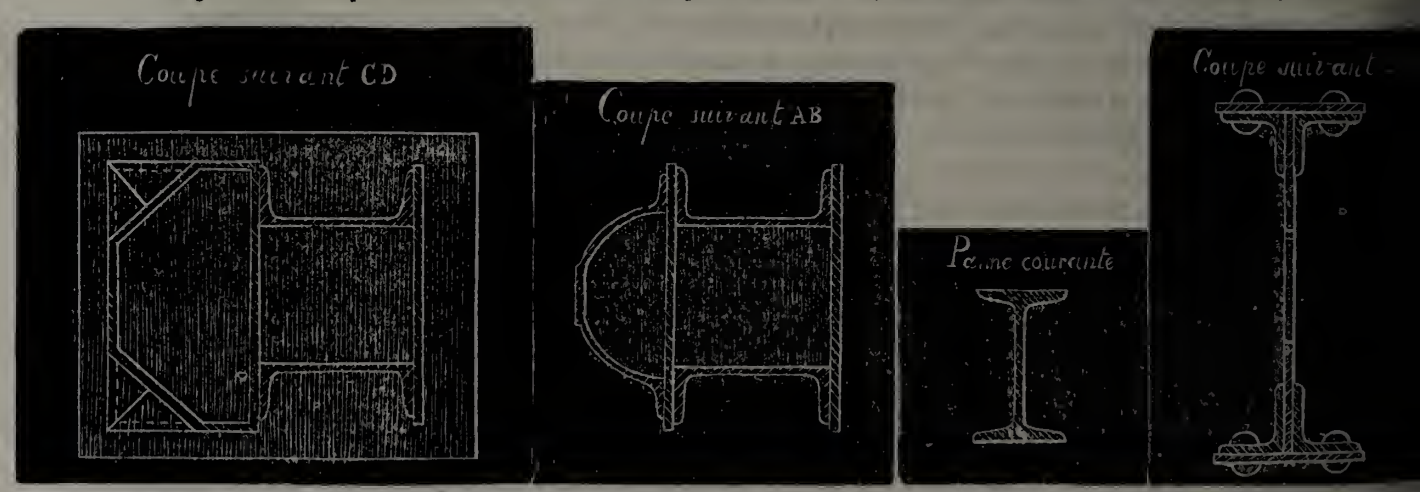


Fig. 30 et 31. — Coupe des colonnes en fer du pavillon précédent.

Fig. 32 et 33. — Fermes et pannes du cou du pavillon précédent.

nous avons représenté les chaînages qui retiennent l'écartement du bâtiment. Ils se noient dans l'intérieur des cloisons en brique, dont la carcasse métallique est formée par les poteaux GG et HH. Ces derniers reçoivent même les traverses d'huisseries des portes. Les côtés longitudinaux et latéraux de la construction sont formés de remplissages aussi en briques.

Toutes les pièces métalliques qui entrent dans la composition du bâtiment sont disposées pour être facilement démontées, ce qui offre des avantages sérieux, surtout dans le cas particulier à cette construction. En effet, elle a été faite pour l'Exposition de Philadelphie. Il a donc fallu la transporter en Amérique, la monter, puis la démonter, la rapporter en France, et l'installer sur l'emplacement qu'elle occupe aujourd'hui. Si les colonnes avaient été en fonte, il se serait trouvé bien des pièces cassées, à cause de tout ce travail de manutention. De plus, les colonnes en fonte auraient pesé très-lourd, et les divers transports auraient certainement été beaucoup plus coûteux.

Le pavillon du Ministère des Travaux publics a été construit par M. Moisant, de Paris, sous la direction des ingénieurs des ponts et chaussées.

Si nos lecteurs ont voulu savoir, à l'aide du plan général de l'Exposition, où nous nous trouvions en ce moment, ils ont remarqué à coup sûr que nous étions dans le voisinage de l'exposition du Creusot. Cette magnifique exposition échappe presque en entier à notre domaine descriptif; c'est à l'ingénieur plutôt qu'à nous-mêmes d'en rendre compte. Cependant nous y trouvons des fers et des tôles dont il nous est impossible de ne pas parler sommairement, puisqu'ils sont fabriqués pour les besoins de la charpente en fer et de la grosse forge.

Les principaux fers laminés du Creusot, exposés dans le pavillon Schneider sont les suivants :

Longueur	Mètres
Rond de $0^m,220$	8
Rond de $0^m,150$	17
Double T de $0^m,250$	17
Fer en U, de $0^m,250$	17
Cornière de $0^m,150$ galée	17
Cornière de $0^m,250 \times 0^m,080$	17
Fer à simple T, de $0^m,20 \times 0^m,10$	17

Parmi les tôles, nous remarquons des feuilles de 17 mètres sur $1^m,01$ et 0^m010 d'épaisseur, d'autres feuilles ont $4^m,00$ et la largeur démesurée de $2^m,21$ sur $0^m,010$. Ces fers et ces tôles, aux dimensions gigantesques, répondent parfaitement aux nouvelles exigences de notre industrie ferronnière.

En arrière du Creusot est un autre bâtiment dans lequel les forges de Terre-Noire, de Lavoulte, de Bessèges et de Tamaris, ont exposé des fers à planchers, du profil à double T, dont les barres ont des longueurs extraordinaires. Ainsi nous voyons là des fers de $0^m,26$ de hauteur et de $17^m,60$

de 0 ,22	—	—	19 ,30
de 0 ,20	—	—	19 ,80
de 0 ,18	—	—	18 ,80
de 0 ,16	—	—	20 ,00

Nous croyons que cette dernière dimension de longueur est obtenue pour la première fois par les forges françaises.

Non loin de là, un jeune constructeur des Riceys (Aube), M. Maison, a construit un charmant pavillon tout en fer, dont nous donnons le dessin, fig. 3, pl. VIII. A l'intérieur, c'est une sorte de petit salon très-élégant, surmonté d'un dôme de forme gracieuse. Cette construction est flanquée d'avant-corps qui sont autant de jardinières garnies de fleurs (1).

Dans d'autres parties du Champ de Mars, nous avons examiné divers serres

(1) Ce pavillon a été acquis par la Loterie nationale.

et jardins d'hiver, qui nous ont paru généralement bien exécutés au point de vue de la serrurerie. Citons entre autres la serre de M. Sohier, acquéreur des brevets Gandillot pour la fabrication des objets en fer creux, et fabricant de meubles de jardin celle de M. Grenthe, de Pontoise, la serre à vigne de M. Isambert; celle de M. Cochu, de Saint-Denis, qui fabrique les serres hollandaises à raison de 15 francs le mètre superficiel; celle de M. Laquas de Presles; la serre nº 13, exécutée par MM. Mathian, de Lyon, avec un élégant chéneau à frise de fer forgé, et dont le chauffage à la vapeur est établi d'après leurs procédés; le jardin d'hiver de MM. Maury et Stœckel qui comprend un joli pavillon carré au milieu avec marquise supportée par des colonnettes; à l'intérieur de cet ouvrage, nous avons remarqué divers dessins représentant des travaux de serrurerie artistique dus à cette maison, entre autres un très-beau balcon du style Renaissance en fer forgé.

M. André, constructeur, fabrique aussi de fort jolies serres ordinaires ou monumentales, des jardins d'hiver, des vérandah, des kiosques en fer d'une légèreté remarquable, comme celui que nous avons représenté fig. 4, pl. VII, enfin une multitude d'objets et de travaux divers. Cet industriel parisien a en outre créé une forme de fer nouvelle à section triangulaire, avec laquelle il fabrique des grilles courantes ou de commande. Ce fer étant très-léger, lui permet d'établir ses travaux à des prix relativement peu élevés. Il en fait aussi des clôtures économiques composées de barreaux fortement reliés par des crampons en gros fil de fer qui les embrassent et sont repliés sur les traverses ainsi qu'on le voit, fig. 6, pl. VII. Ce cramponnage constitue un assemblage des plus simples, il est très-solide et peu coûteux.

L'exposition très-variée de M. André a lieu dans un petit bâtiment rustique assez important, dont l'extérieur est disposé sur le type d'une maison alsacienne; quant à l'intérieur, il est le *fac simile* de l'atelier de dessin de son usine. C'est une salle élégante, décorée avec beaucoup de goût, mais de ce goût particulier que connaissent seuls les véritables artistes. Nous voilà loin de la boutique enfumée du serrurier d'il y a quarante ans, où l'on n'avait guère le temps de penser au dessin, accablé de travaux comme on l'était. Cependant ces travaux ne consistaient guère qu'en réparations de vieilles serrures et en ouverture de portes..... Le pavillon de M. André est disposé pour être facilement transportable; il est en bois, mais les assemblages sont en fer plat, boulonnés; il constitue un système de construction économique.

Tout auprès du pavillon dont nous venons d'entretenir le lecteur, et pour franchir la tranchée qui fait communiquer les avenues de Labourdonnaye et de Suffren, on a établi une passerelle que l'un de nos habiles serruriers parisiens, M. Méry-Picard, déjà nommé, a construit fort élégamment, en y employant pour les garde-corps les fers rustiques de M. Jacquemin. On connaît ces fers, qui figurent des troncs et des branches d'arbres de différents diamètres. On les assemble maintenant avec beaucoup d'art en en formant pour les ponts, des lisses, des montants et des panneaux de remplissages faits de brindilles; les ajustements en sont cachés par des fils de fer de 5 à 6 millimètres de diamètre que l'on enroule de manière à figurer les liens en osier de nos jardiniers. La peinture en décors fait le reste; on simule sur ces fers les verts des différents tons, les jaunes et les gris de nos arbres, l'ensemble est d'un charmant effet. Le mobilier du jardin se prête aussi à l'emploi de ces fers : on en fait des tuteurs, des poteaux, des barreaux, des tonnelles, etc., etc.

L'exposition a admis des travaux de serrurerie dans presque toutes ses divisions. Aussi en trouve-t-on de tous les côtés. Il n'est pas une section qui n'en recèle. C'est ainsi que dans le pavillon réservé aux installations d'écurie, nous nous trouvons en présence d'ouvrages importants qui sont encore de notre

domaine, et dans lesquels le fer forgé sortant des mains du serrurier, artisan presque universel, joue un rôle considérable.

MM. Milinaire frères exposent là des rateliers en fer rond dont les traverses sont creuses et les barreaux de 0m,018 de diamètre, pleins. Ces rateliers ne valent que 13 francs le mètre courant, ce qui est très-bon marché. Les mêmes serruriers ont imaginé un excellent système de glissoires pour attacher les chevaux, il a été adopté par la Compagnie des omnibus. On leur doit encore des grilles de séparation, dont les barreaux en fer torse, à profil de T simple ou de cornière, sont enroulés ou non sur des baguettes rondes ou carrées, des chaînes en fer plat torsé destinées à servir d'entourages, de clôtures économiques, très-simplement composées d'une suite de jumelles découpées, soutenues de distance en distance par des colonnettes en fer tordu, surmontées de boules.

L'usine Saint-Sauveur, d'Arras, la Ménagère et divers industriels, ont installé dans ce pavillon des spécimens de bat-flancs, de stalles, de box, avec leurs aménagements complets : rateliers droits, d'angles, à corbeilles, grilles de portes et de séparation, couronnements à barreaux, à consoles, mangeoires de métal, ferrures de toutes sortes, objets spéciaux de quincaillerie, boules de stalles, anneaux, crochets-porte-brides, porte-selles, porte-harnais, etc., etc.

Les galeries de l'exposition d'agriculture elles-mêmes nous offrent des grilles légères et à très-bon marché, disposées pour servir de clôtures dans l'intérieur des fermes, des parcs à bestiaux, des chenils en fer de toutes sortes, et une infinité d'autres ouvrages fabriqués en vue des besoins de l'exploitation agricole. Il y a là des clôtures en fer, à hauteur d'appui, qui se livrent à raison de 5f50 le mètre courant, c'est-à-dire qu'elles ne coûtent pas plus cher que du treillage.

Enfin, et pour ne rien omettre, signalons la présence d'une porte d'appui de communion, placée dans le bâtiment construit sur le quai de halage, à gauche du pont d'Iéna et contenant les ressources et les produits de nos ports. Cet ouvrage de serrurerie est destiné à l'église de Saint-Nicolas de Nantes ; le serrurier qui en a forgé les jolis panneaux d'un seul morceau et qui les a gravés et polis, est M. Métrel.

On sait que l'Exposition internationale de 1878 est entourée d'une barrière en menuiserie, interrompue seulement au droit des passages d'entrée et de sortie. Divers serruriers ont exposé là des grilles ornementées qui servent en même temps de clôtures.

C'est ainsi que la porte de Chaillot est fermée par une belle grille de M. Maison. Elle est du style Louis XV, ses deux vantaux ont des remplissages richement composés et des soubassements à jours originaux, formés par des croisillons rivés qui simulent des mailles de grillages. Cette fermeture est accompagnée de deux pilastres ; son couronnement principal est élégant ; il en est de même des détails de l'ornementation accessoire, qui se fait remarquer surtout au point de vue du travail du forgeron.

A la porte de la Seine, M. Sohier a fixé une grille du style Louis XIII dont le couronnement en deux parties s'ouvre avec chaque vantail, ce qui est d'un effet assez disgracieux. Au milieu de l'exposition de l'agriculture, et en façade sur la nouvelle avenue qui mène le public au quai d'Orsay, est placée une autre grille du style Louis XV tout en fer forgé, sortant des ateliers de M. Laquas. Elle est composée de deux vantaux surmontés d'un couronnement, de deux guichets placés à droite et à gauche, de deux arcs-boutants à consoles. Cette grille est d'un bon caractère, et les ornements sur lesquels se terminent les barreaux sont composés avec goût. A l'extrémité des galeries agricoles, sur le quai d'Orsay, nous trouvons deux grilles fabriquées par M. Roy. Elles sont décorées avec beaucoup de luxe, leurs soubassements sont ajourés, mais les feuillages qui les garnissent sont en fonte.

Près de la porte Rapp, sur l'avenue de Labourdonnaye, signalons une grille dont le couronnement est remarquable au point de vue de la conception ; elle est ornée de très-beaux feuillages repoussés au marteau. (M. Pelletier fils, exposant.) A la gauche de la précédente, M. Cornet, réhabilitant l'honneur professionnel fortement compromis des serruriers de la cour du Dragon, nous montre une belle grille dont le couronnement, les deux pilastres amortis sur des travées dormantes par des consoles élégamment dessinées et exécutées, nous présentent un excellent travail de forge. La porte de Tourville, qui est l'entrée droite de la façade sud du palais du Champ-de-Mars, est fermée par trois grilles en fer forgé, exposées par M. Hanoteau, serrurier parisien. Celle de gauche est certainement la plus remarquable; elle est ornée au-dessus de ses deux pilastres de deux supports de globes à gaz. Deux de ces clôtures en fer forgé, très-bien exécutées, sont garnies de chardons de défense. Ces grilles sont fabriquées consciencieusement sur de riches dessins et sont ornées de repoussés nombreux et variés. La porte de Grenelle est fermée par une grille anglaise provenant des ateliers de MM. Meinhardt et Edwards. Elle est ornée d'une façon agréable, et dans chacun des vantaux est figurée une imposte, ce qui lui donne un aspect assez original. Les ajustements de cette grille sont très-logiquement entendus, et sa solidité est complète.

Il est à remarquer que toutes les grilles qui ferment les portes de l'Exposition, et que nous venons de décrire, ont des soubassements à jour, contrairement à ce qui se faisait autrefois. Les disgracieux et lourds panneaux d'appui, composés de feuilles de tôle, ont donc disparu pour faire place à des ornementations plus légères, souvent habilement composées, et qui ont le mérite de diminuer considérablement le poids des ouvrages auxquels ils s'adaptent.

La serrurerie et la charpente en fer, dans les bâtiments consacrés au génie civil (cl. 66).

Nous devons évidemment un chapitre spécial à cette partie de l'Exposition, située en bordure de la Seine, sur le quai de Billy, à droite, en sortant du pont d'Iéna. Elle intéresse particulièrement le constructeur, et spécialement le serrurier et le charpentier en fer. Les bâtiments qui la renferment sont au nombre de trois, qui forment autant de grandes salles. Nous allons explorer avec soin les deux premières de ces salles, la troisième ne nous offrant aucun ouvrage spécial de serrurerie. Parmi les nombreux objets exposés à l'extérieur des bâtiments de la classe 66, nous rencontrons, avant de pénétrer dans les salles, deux grilles dues l'une à M. Ducros, l'autre à la maison Roy. Ce sont deux très-beaux spécimens de la serrurerie française. Dans tous les détails de ces ouvrages, le caprice et le goût se rencontrent à chaque instant, sans jamais que le premier nuise au second. Ces grilles sont entièrement en fer forgé.

Dans la première salle. — L'usine Joly, d'Argenteuil, célèbre dans le monde industriel par ses grandes créations, parmi lesquelles on cite tout d'abord les halles de Paris, a exposé surtout des dessins, exemple fâcheux, qui a été suivi par plusieurs de nos constructeurs. En effet, le dessin qui doit être vivement compris de tout le monde n'atteint pas toujours ce degré de perfection, et le plus simple des modèles fait beaucoup mieux l'affaire de la foule et même des hommes compétents qui, comme nous-mêmes, sont obligés de voir vite. Parmis le dessins lavés de la maison Joly, qui sont du reste assez mal placés, nous découvrons la représentation de la grande lanterne du palais du Trocadéro, divers

ponts en fer, etc. Ces dessins nous montrent une fois de plus l'habileté des chefs de l'usine et les moyens puissants qu'ils ont à leur disposition. Naturellement nous ne pouvons rien dire de l'exécution finale de ces œuvres, qui sont d'une hardiesse remarquable. Le seul spécimen en nature que nous offre cette usine est un modèle de marché couvert, très-bien conçu au point de vue de la ventilation et de l'aération, qui a lieu surtout au moyen de jours verticaux. Ce marché est parfaitement étudié; on voit que le public et le marchand seront là tout à fait à leur aise, et que l'air y circulera abondamment. Quant aux procédés de construction, ils sont toujours à peu près les mêmes; ce marché est celui que nous connaissons pour l'avoir vu, plus ou moins réussi, dans l'un des vingt arrondissements de la capitale, et dont les grandes halles de Paris sont le type.

La halle-basilique de M. Boileau, que nous avons déjà décrite et dont nous avons donné le dessin est là, tout à côté du marché Jolly; elle semble protester contre la forme ordinaire, qui finit par devenir banale.

M. Henry Roussel, qui est à la tête de l'une des maisons de serrurerie les plus importantes de Paris, s'est aussi borné à donner une exposition de dessins représentant les ponts et les autres ouvrages d'art qu'il a fait exécuter dans ses ateliers pour diverses lignes de chemins de fer. On y voit aussi la représentation des combles métalliques du marché aux bestiaux de la Villette, dont la charpente composée est très-intéressante; les halles de Foix, de Castres, construites dans le même établissement, plusieurs belles grilles et d'autres travaux de genres différents qui en sortent encore, sont réunis, sous forme de figures bien détaillées, dans un album qu'il est bon de consulter.

Une magnifique exposition d'ouvrages de serrurerie, est celle de M. Baudet, serrurier à Paris et à Argenteuil, constructeur des charpentes métalliques des annexes du quai de Billy, classe 66 (génie civil) et 64 (matériel des chemins de fer). M. Baudet emploie dans ses ateliers de grosse construction, depuis 1877, des machines à river, hydrauliques à haute pression, fort légères, très-maniables, très-solides, dont l'agencement est des plus ingénieux, et qui paraissent donner des résultats excellents. Elles présentent, en tous cas, une grande supériorité sur les machines à river à vapeur ou à mouvements articulés, ordinairement en usage. Avec ces machines, l'opération se fait avec une extrême rapidité; le fer se refoule dans le vide interne, en même temps que se forme la tête bouterollée du rivet; le serrage des tôles entre elles est tellement énergique que, après l'achèvement de la rivure, toutes les parties assemblées semblent ne faire qu'une seule pièce. Ce système présente les avantages considérables suivants : facilité de manœuvre, rapidité d'exécution, suppression du rivetage au marteau, remplissage *absolu* de tout le vide des trous destinés aux rivets. Ce procédé d'assemblage est représenté photographiquement dans la galerie du matériel des chemins de fer, classe 64, au Trocadéro, à gauche du pont d'Iéna. On voit aussi, dans le même endroit, des sections de poutres rivées au moyen de cette invention nouvelle.

Les ateliers d'Argenteuil occupent six cents ouvriers ; huit millions de kilogrammes de métal ouvré en sont sortis en 1877. C'est là qu'ont été exécutés un grand nombre de ponts métalliques, des halles, des marchés, des gares, entre autres celle de Châlons-sur-Marne, qui s'achève en ce moment, etc. En dehors de ces grands travaux de ferronnerie, M. Baudet produit d'importants ouvrages de serrurerie artistique. On peut s'en convaincre en admirant les deux superbes garnitures de cheminée qu'il expose. Elles se composent chacune de deux chenêts, des pelles et des pincettes nécessaires; ce sont des objets admirables, en acier forgé et poli.

M. Moisant, constructeur à Paris, n'a dans la salle que nous examinons dans

ce moment, que de nombreux dessins représentant : un élégant marché en fer construit pour Fernambuco, avec passage couvert entre deux halles; l'usine de Noisiel, dont nous avons précédemment rendu compte en en donnant l'élévation et la coupe (1); le marché de la ville de Rennes; divers ponts entre autres celui jeté sur la Saône, à Chauvort, qui a 210 mètres d'ouverture sur quatre points d'appui; une église métropolitaine à Tacna (Pérou), avec un joli dôme en demi-sphéroïde allongé. On trouve encore dans cette remarquable collection de dessins, des maisons construites entièrement en pans de fer, pour résister aux tremblements de terre qui désolent nos colonies ; une rotonde de 60 mètres de diamètre pour abriter les locomotives à Laroche (Yonne), dont le comble est composé de seize fermes rayonnantes reliées par des pannes en forme de fermettes ajourées; une très-belle et très-élégante marquise en fer, posée dans l'hôtel de M. Erlanger, rue Taitbout, à Paris, avec de très-longs pendentifs vitrés, des phares, etc., etc.

M. l'architecte Liger, qui est inventeur d'un nouveau système de pans de fer, dont toutes les pièces d'assemblage sont en fonte et ont le mérite de pouvoir être fabriquées d'avance, expose une série de ces pièces destinées à remplacer les ajustements ordinaires que l'on fait généralement à l'aide d'équerres. Ce sont des sabots et des morceaux de formes diverses, dont nous comprenons très-bien l'usage, mais que nous ne croyons pas très-avantageux au point de vue de la solidité et de l'économie.

Tout le monde sait que les croisées ordinaires, surtout celles qui s'ouvrent dans les façades orientées du côté du Midi et de l'Ouest, laissent passer, à cause de la mauvaise disposition de leurs pièces d'appui, les eaux des pluies fouettantes. MM. Seidel et Decroix, de Calais, ont trouvé un moyen ingénieux de supprimer ce très-grave inconvénient. Leur pièce d'appui, que représente la fig. 7 pl. VII, est en fonte de fer; elle ne modifie aucunement la construction en usage des croisées, et l'absence de toute pièce mécanique en garantit le fonctionnement constant. L'eau chassée par le vent et glissant sur la paroi extérieure ne saurait jamais atteindre le talon de la cloison intérieure. L'ouverture continue, existant sur le dessus, force l'eau à tomber dans le creux de la pièce, et s'échappe au dehors par un trou pratiqué dans la rigole. Deux sabots placés aux extrémités reçoivent le pied des montants du bâti de la croisée, sur lesquels la pièce d'appui se fixe avec des vis. En réalité, ces pièces d'appui nous semblent devoir rendre de grands services; leur prix n'est pas très-élevé, puisqu'il n'excède pas 10 francs par mètre courant, duquel il faut déduire la valeur de la pièce d'appui ordinaire en menuiserie, soit environ 1 franc.

Dans la deuxième salle. — A notre entrée nous ne voyons autour de nous que des coffres forts. C'est ici que fleurit l'industrie du serrurier de précision, de celui qui s'occupe de la sûreté de nos fortunes, du gardien de nos valeurs, du vigilant surveillant de la sécurité publique. Parmi ceux-là nous distinguons tout de suite et sans efforts M. B. Fichet, l'une des gloires de la serrurerie française, dont le nom est connu du monde entier. La pièce capitale de son exposition est un coffre-fort en fer et en acier poli, réunissant par le mode de sa construction toutes les sûretés et toutes les garanties que l'on peut désirer contre le vol et l'incendie. De plus c'est une véritable œuvre d'art, ce meuble étant revêtu de moulures profilées au marteau avec un soin extrême et d'une riche ornementation, enlevée au burin dans l'acier, sculptée et ciselée avec un goût exquis. La porte est à double vantail. L'aspect du meuble, le fini du travail qui

(1) Voir la pl. V de cette étude.

s'observe dans le plus petit des détails, la sûreté du mécanisme et les combinaisons cachées, font de ce travail une œuvre toute exceptionnelle.

Ce coffre-fort se compose de deux corps de caisses emmagasinées l'une dans l'autre, ayant 1 centimètre de fer en dehors et 15 millimètres en dedans. Chacune de ces parois ne forme qu'une seule enveloppe en fer, roulée d'un seul morceau du fond avec la devanture, sans aucun joint aux angles, tant pour la caisse intérieure que pour la caisse extérieure. Ce mode de construction est employé par la maison Fichet depuis 1844. Tous les ajustements sont faits avec des rivets, sans aucune vis, et les feuillures des portes sont d'une seule pièce, par le moyen de l'emploi d'un fer dont le profil forme le Z.

L'épaisseur des parois est de $0^m,12$; on garnit l'intérieur d'une composition réfractaire et incombustible. La paroi intérieure du coffre-fort est blindée de bandes de fer aciéré. Ces bandes sont ajustées les unes à côté des autres et défient toute tentative de perçage à l'aide des burins d'acier fondu.

Les divisions intérieures de ce coffre-fort répondent à tous les besoins d'une grande administration. Dans le bas sont disposés les casiers pour les registres, au-dessus la caisse, puis la caisse-portefeuille pour les billets, et divers compartiments pour les titres. La porte de l'intérieur est blindée d'acier et fermée par une serrure de sûreté à garnitures mobiles. La porte extérieure est fermée par le même système, avec des combinaisons invisibles, qui se brouillent toutes seules. Avant cette dernière invention, on était obligé de brouiller les combinaisons soi-même; un moment de distraction pouvait faire négliger cette importante opération. Ici les combinaisons arrêtées n'existent plus : lorsque la porte se referme, la clef peut donc être oubliée dans la serrure sans qu'elle livre la caisse à celui qui en ignore le secret. C'est le comble de l'art.

Mais ce n'est pas tout. L'ensemble de toute cette fermeture se trouve condamné par une serrure dont la clef est d'une telle petitesse qu'elle peut être renfermée dans le châton d'une bague. Cette double fermeture, *dite de contrôle*, n'est indiquée par aucun signe apparent au dehors. Enfin, une sonnerie mécanique carillonne aussitôt qu'on touche le bouton fermant l'ouverture de la serrure. C'est *l'appareil révélateur* de la présence du voleur. La belle exposition de M. Fichet comprend encore divers coffres-forts remarquables, dont un en forme de meuble Louis XVI, divers coffres à bijoux en acier, dont quelques-uns sont de véritables objets d'art, une série de serrures et de moyens de sûreté à combinaisons, de cadenas à secret, de chaînes de sûreté, etc. Les clefs de tous ces coffres-forts et des coffrets sont de véritables merveilles. On ne peut pousser l'art du dessinateur et du ciseleur plus loin. Les serruriers de la maison Fichet qui fabriquent ces objets délicieux sont des artistes et des plus délicats.

En résumé, les garanties offertes par cette maison, sont les suivantes : Les parois extérieures des coffres, tout d'une pièce, ne présentent ni joints, ni vis, ni rivures apparentes qui puissent donner prise au burin, ni être écartés par la pince. La porte est pleine et d'un seul morceau, sans être percée ou affaiblie par la pose de pièces qui offrent aux voleurs des points d'attaque faciles à emporter. Les boutons à lettres que l'on connaît, sont ici supprimés; la combinaison est devenue plus sûre puisqu'elle est entièrement placée à l'intérieur ; elle n'obéit qu'à la clef, aucun tâtonnement ne peut plus, comme autrefois, faire découvrir le mot; lorsque la caisse se ferme, la combinaison est brouillée instantanément. L'oubli de la serrure ne permet pas à celui qui ignore le secret d'ouvrir la caisse, la personne qui connaît le mot peut seule ouvrir, aussi bien dans l'obscurité qu'en plein jour. La composition refractaire, qui garnit le vide ménagé entre les parois, empêche la chaleur d'arriver dans l'intérieur de la caisse (1);

(1) La composition des garnitures réfractaires est habituellement tenue secrète par

l'enveloppe extérieure a beau rougir, être soumise au feu le plus intense, tout cela devient un jeu pour elle; les papiers renfermés dans la caisse ne sont pas atteints, et victoire incontestée, le coffre devient un dépositaire fidèle, sûr, inviolable, indestructible.

Il nous est impossible de ne pas dire un mot du fondateur de la maison, Alexandre Fichet. Doué d'un génie d'invention des plus féconds et de cet esprit de progrès qui pousse toujours en avant ceux qu'il anime, cet homme infatigable a travaillé pendant quarante ans à mettre, par des combinaisons aussi sûres qu'ingénieuses, la fortune mobilière et les objets précieux à l'abri du vol et de l'incendie. Ces travaux touchent de trop près à nos études pour que nous passions sous silence la mémoire de ce serrurier de génie. Le 29 mars 1829, il fit breveter sa première serrure de sûreté, *sans secret*, à garnitures mobiles et à délateur, n'obéissant qu'à la clef faite exprès. C'était la serrure *Schubs*, mais notablement simplifiée et perfectionnée, qu'il introduisait dans le commerce français, et comme progrès général, les perfectionnements réalisés par lui équivalaient à une invention complète. Cette date est importante, car elle marque une révolution dans l'industrie de la serrurerie de précision ou de sûreté : elle abandonne dès lors la recherche des secrets traditionnels dans les œuvres de maîtrise, sortes d'énigmes faciles à deviner qui livraient la serrure sans défense à qui savait la tâter. La serrure à garnitures mobiles et à délateur, et la serrure *Brahma* (ou à pompe), importée d'Angleterre quelques années auparavant, entrent en lutte, et l'émulation, que stimule la concurrence, inspire les combinaisons les plus remarquables. Le fondateur de la maison Fichet fut bientôt à la tête d'ateliers importants. Aujourd'hui, 4 à 500 ouvriers y sont employés, et le chiffre des affaires s'élève chez son successeur à la somme de un million de francs.

Le type des serrures Fichet, est constamment resté la serrure à garnitures mobiles et à délateur; elle est devenue à force de perfectionnements, une fermeture qui se dérobe de plus en plus à l'action du crochet, du rossignol et la fausse clef. La moindre tentative de vol se manifeste en mettant la véritable clef dans la serrure, et quels que soient les efforts qu'on ait faits, on peut ouvrir aussi facilement qu'avant la tentative, mais il faut d'abord remettre les choses dans leur état normal : cette opération se fait aujourd'hui par un simple mouvement de la clef.

Vers le milieu du siècle dernier, Régnier inventa le cadenas à lettres, en modifiant le cadenas à rondelles, connu de l'antiquité, et dont les *hermétiques* du moyen-âge avaient fait une fermeture cabalistique, en couvrant chaque rondelle de symboles. C'est ce principe qui fut d'abord appliqué aux serrures, et qui sert encore à créer des combinaisons mentales qui les condamne lorsqu'elles sont fermées. Le mécanisme se compose, on le sait, de rondelles intérieures gouvernées chacune par un bouton placé extérieurement, et qui primitivement, portait un certain nombre de lettres gravées. Ces rondelles agissent sur une pièce d'arrêt, qui, en se plaçant dans une encoche ménagée à la queue du pène, empêche l'ouverture de la serrure. Pour que cet arrêt indépendant de la clef soit retiré, il faut que les diverses rondelles soient placées entre elles dans une situation déterminée par un mot qu'elles forment, lorsque chacune des lettres qui le composent est placée sur un point de repère. La position des rondelles peut être modifiée à volonté, et le mot qui permet d'ouvrir la caisse change à

nos fabricants de coffres-forts. En général, ces matières incombustibles sont de nature minérale. On les soumet à diverses opérations de broyage et de mixtion; elles sont ensuite introduites sous forme de mortier entre les parois du coffre, puis fortement tassées.

chaque modification. On peut donc établir autant de combinaisons mentales qu'on peut écrire de nombres ou de mots avec les rondelles. Si les pièces d'arrêt et les encoches du pène sont bien conçues, que le tâtonnement ne puisse pas faire reconnaître la position des pièces d'arrêt et les engage davantage dans l'encoche au lieu de les en faire sortir, que le mécanisme des combinaisons fonctionne régulièrement et ne laisse rien à désirer comme exécution, la combinaison offre une sécurité parfaite. La patience du voleur le plus habile s'use à chercher le mot, il lui faudrait trop de temps et d'attention pour essayer les combinaisons qu'offrent, *par centaine de mille*, les mécanismes formés de quatre à six rondelles.

En 1836, M. Fichet modifiait le système de combinaisons à lettres, et inventait les *combinaisons à décompte*, perfectionnement radical qui fait, que sans démonter le mécanisme, le mot ou le nombre peut être changé en moins d'une minute ; le décompte ne laisse aucune trace et reste dans la pensée du caissier. L'œil au guet ne peut pas le surprendre, le tâtonnement ne peut pas le faire connaître, comme cela peut arriver pour la combinaison par lettres. Le décompte était déjà un acheminement vers le *nec plus ultra* du perfectionnement : nous voulons parler des combinaisons invisibles.. Toutes les pièces placées à l'extérieur d'un coffre-fort ont le grave inconvénient d'attirer l'attention, et par conséquent, de donner des indications dont le voleur sait toujours profiter. Les combinaisons à lettres ne pouvaient d'ailleurs être ouvertes que lorsque la lumière permet de lire les lettres, d'écrire le mot. Cependant, on peut avoir besoin d'ouvrir le coffre pendant la nuit, il peut être placé dans un endroit obscur dont on veut approcher sans lumière, et dans ce cas, la porte resterait fermée ou la combinaisan serait inutile.

En 1846, la maison importante dont nous nous occupons, inventait un nouveau système qui met en jeu les rondelles intérieures au moyen même de la clef de la serrure ou d'un seul bouton sans lettres, ce qui permet d'ouvrir aussi facilement la nuit que le jour, et de changer à volonté les points où se fait l'ouverture. Enfin, à la suite d'additions nombreuses, les combinaisons invisibles, se brouillant seules instantanément, lorsque la porte se ferme vinrent au jour.

Dans les coffre-forts Fichet, nous avons remarqué que les pènes des serrures étaient moins nombreux que dans les caisses présentées par ses concurrents. Ces derniers multiplient généralement le nombre de ces pènes, pour fixer, disent-ils, la porte sur tous ses points; mais cela n'a d'autre but que d'étonner et de séduire le public, d'autres résultats que d'introduire dans le mécanisme, des organes dont le fonctionnement se dérange bientôt. Il est rare que les pènes trop nombreux soient régulièrement commandés par les leviers articulés qui les attaquent. On s'aperçoit, au bout de quelque temps, qu'ils n'obéissent plus facilement au mouvement de la clef. Mieux vaut employer des panneton, qui ne sont guère autre chose que des *pènes fixes ;* ils remplissent le même but que les pènes mobiles, en accrochant la porte du côté du dormant ; c'est de ce côté que le voleur attaque de préférence, et il arrive à ses fins si le coffre n'est pas retenu et consolidé par ces panneton. Nous terminerons cet examen des produits de l'une des premières maisons de serrurerie du monde, par quelques mots sur l'invention des caisses en tôle roulée d'une seule pièce, que l'on doit à son fondateur. Ce fut en 1844 qu'il confectionna ainsi ses coffres au moyen d'une machine destinée, en principe, à rouler des tubes de puits artésiens, et qui fut disposée de manière que les tôles fussent pliées carrément. A l'aide de cette machine modifiée depuis pour augmenter sa puissance, et d'une machine à découper et à percer, trois ouvriers peuvent fournir des tôles prêtes à être montées à un atelier de 100 ouvriers.

Parmi les fabricants de coffre-forts que nous devons mentionner après la maison Fichet, arrive en première ligne M. Pierre Haffner, dont les produits sont d'une grande perfection. On remarque à son exposition une très-belle pièce de serrurerie destinée au musée des arts décoratifs, qui se fonde en ce moment, et dont le siége sera établi dans le palais des Tuileries. C'est un coffre-fort en acier, très-richement orné de moulures enlevées dans la masse et entièrement poli. M. Haffner fabrique des coffre-forts complètement dissimulés par une garniture extérieure d'ébénisterie, sous la forme de meubles de salon ou de chambre à coucher. de tout style. Ses prix sont modérés. Nous citerons comme exemple, un coffre de $1^{m}20$ sur 0,60 et de 0,41 de profondeur, renfermé dans un chiffonnier en palissandre, et dont le prix est de 425 francs.

MM. Petitjean, Delarue, Grangoir, Bauche, Aurran (de Marseille), Allard, ont exposé tous de très-beaux coffres-forts, construits avec soin. A part ses coffres-forts, M. Desbains-Thomas est inventeur d'une nouvelle serrure dont le palastre est à charnière, et s'ouvre en mettant à découvert les pièces intérieures. Le panneton de la clef se compose de lames mobiles placées les unes au-dessus des autres, ce qui permet de les changer à volonté. Ces lames commandent autant de gorges mobiles qu'il est facile de déplacer et de replacer suivant la nouvelle organisation de la clef. Enfin, le canon de cette serrure est tournant ; de l'intérieur il se manœuvre très-facilement ; par ce moyen, on peut empêcher l'introduction de n'importe quelle clef étrangère dans la serrure.

Une invention plus ingénieuse encore, est celle de la *clef à hélice*. Elle se développe à l'intérieur de la serrure dont le canon est disposé de façon à faire développer suivant un plan hélicoïdal, les fractions du panneton de cette clef qui est divisée en plusieurs parties se mouvant à charnière. Cette disposition produit une plus grande variété dans les garnitures, d'autant mieux que M. Desbain-Thomas change à volonté le canon, qu'il remplace par une pièce semblable, dont les entailles inclinées, suivant le principe de la vis, sont différentielles. Ce constructeur a imaginé d'isoler les caisses intérieures de ses coffre-forts au moyen de supports qui ont la forme ovoïdale, ce qui établit une couche d'air complète entre les parois et donne moins de prise à l'action du feu.

M. Yvernel a inventé un système de serrure de coffre-fort qui permet de faire manœuvrer les combinaisons sans le secours de la vue et même de l'ouïe. Le toucher seul suffit. A cet effet, une tige cylindrique présente, à un instant donné, une saillie qui indique le point de départ initial. Ce mécanisme, très-simple, comme on le voit, permet en poussant, de sentir la pression de l'extrémité de la tige ; il ne reste plus alors qu'à compter le nombre de mouvements que l'on doit faire accomplir pour permettre l'ouverture de la serrure. La tige supprimant le cliquet qui peut indiquer à l'étranger assistant à l'ouverture du coffre le point de départ, et ne produisant aucun bruit, donne une nouvelle sécurité au possesseur du coffre dont on ne peut plus surprendre le mot.

Nous avons parlé à différentes reprises du découpage des métaux par les procédés mécaniques. M. Hallet, qui a exécuté le panneau de porte que nous avons représenté (fig. 12), expose différents objets d'ornementation et de serrurerie d'art, dont le dessin et l'exécution sont excellents. De très-beaux panneaux, des balcons, des consoles, des cadres artistiques pour glaces, des frontons, des pavillons de jalousies, etc., composent cette très-élégante exposition. Le goût, le sens artistique président, chez cet habile industriel au découpage des feuilles de métal. Nous en fournissons la preuve en donnant (planche VII, fig. 5), une figure représentant un chiffre obtenu, par le moyen du découpage, dans une plaque de fer de 12 millimètres d'épaisseur. Des armoiries, des couronnes et d'autres attributs se découpent facilement dans des plaques d'acier de

7 millimètres d'épaisseur, et à plus forte raison, dans tous les autres métaux. moins résistants.

M. Vallet fils, ouvrier serrurier à Chambéry, a composé et exécuté une pendule, des vases, des cadres destinés aux photographies, enfin une très-jolie garniture de cheminée. Tous ces objets sont en fer forgé et repoussé au marteau, leur mérite est réel.

Tout le monde connaît l'appareil de M. Courtois qui sert à faire fermer les portes seules. Nous retrouvons ce ressort ferme-porte ici; et nous le voyons perfectionné en ce sens, qu'il est disposé maintenant pour être posé indifféremment aux deux mains, ce qui est un avantage précieux.

Mme veuve Huby, dont les ateliers produisent depuis longtemps des pièces de serrurerie parisienne très-remarquables, a organisé une très-belle vitrine d'exposition dans laquelle on admire de magnifiques ferrures et des fermetures à coffres ciselés du style Louis XVI, bien supérieures aux objets courants de cette espèce, un marteau historié en fer forgé d'un très-bon style, de très belles ferrures en fer poli pour portes, comme pentures, équerres, entrées à jours, poignées etc. Sa serrurerie faite exprès pour meuble est parfaitement soignée, et ses clefs à anneaux ornés sont très-gracieusement évidées.

M. Rouillard présente aux visiteurs de beaux modèles de crémones et de serrure à coffres, avec gâches de répétition, dorés, nickelés, mis en couleur. Le serrurier Lelubez expose un très-beau panneau en fer forgé et cuivre dont le fini est parfait. A côté de cet objet de belle et bonne serrurerie artistique est une jardinière de fer de très bon goût.

Nous passerons vivement devant les fermetures en fer des magasins, qui se composent généralement, comme on le sait, de rideaux métalliques mus par divers procédés mécaniques. C'est ainsi que nous contentant de citer les noms des fabricants de ces fermetures nouvelles. MM. Maillard, Melzessart, Lazon, etc., nous arriverons à la magnifique exposition de serrurerie d'art de M. Baudry qui mérite une description particulièrement détaillée. Disons tout d'abord que M. Baudry est à la tête de l'une des maisons les plus remarquables de construction métallique de Paris ; que cette maison intéressante même au point de vue de l'historique du métier a été fondée par son aïeul vers 1770, lequel portait le titre envié de constructeur-serrurier de la Ville de Paris. Ainsi cette famille se continue, de génération en génération, dans la même carrière, ce qui fait tout naturellement supposer des connaissances étendues découlant de l'expérience traditionnelle, et l'existence de documents précieux qui ne peuvent être l'apanage que d'un nombre très-restreint de grands établissements.

Aussi avons-nous sous les yeux, à l'exposition de 1878, toute une série de merveilleux objets de serrurerie artistique qui peuvent rivaliser avec les chefs-d'œuvre des maîtres en cet art. Nous ne pouvons les décrire en entier et nous le regrettons, car toutes ces pièces sont parfaites non-seulement en ce qui touche leur exécution, mais encore à cause de leur richesse de détails et de leur remarquable conception. En première ligne nous citerons un magnifique panneau en fer poli pl. VIII, fig. 1 dont la composition est des plus remarquables. Il renferme dans son châssis rectangulaire des ornements en partie forgés, en partie repoussés au marteau. Quatre grandes volutes auxquels se rattachent une quantité de rinceaux et de consoles, se réunissent à trois barreaux ornés d'astragales, de bagues et de diverses moulures enlevées dans la masse de fer. Avec une traverse ornementée dans le même genre, ces barreaux forment une grille solide, au milieu de laquelle apparaît le buste du vieux dieu de la forge, Vulcain, qui, avec les attributs de son métier, nous montre son beau profil de travailleur calme et convaincu, dans un médaillon ovale en fer repoussé. Le cadre de ce

beau motif est relié aux fers voisins, par le moyen d'agrafes relevées au marteau. Pour compléter la décoration, les volutes et les autres enroulements sont recouverts de feuillages, de culots, de têtes symboliques. Ce panneau est une pièce extrêmement précieuse; elle est martelée grassement tout en conservant les méplats de l'outil, comme le savaient faire les artistes du moyen-âge et de la Renaissance, elle dénote une habileté soutenue dans toutes les parties de l'art du serrurier. Perfection dans la forge et l'ajustement, sentiment profond et exact de l'art, appropriations de formes heureuses à un objet spécial : toutes ces choses sont visibles dans le beau morceau artistique que nous venons de décrire aussi bien que nous l'avons pu.

Pour nous prouver que la serrurerie se joue de toutes les difficultés et que le fer peut sous la main d'un artiste habile, produire de véritables bijoux, M. Baudry nous montre jusqu'à des chiffres et des emblèmes minuscules entrelacés. Des brindilles forgées avec le plus grand art, des rosaces, des fleurs, et divers autres appliques en fer repoussé, des lanternes élégantes, des porte-lumières et plusieurs objets rentrant dans la catégorie du mobilier, figurent dans cette belle exposition.

La figure 2 de la planche VII représente un fragment de la belle rampe en fer forgé exécutée par M. Baudrit pour l'hôtel Cail. Les bronzes qui en garnissent si richement les ornements sortent des ateliers de M. Victor Paillard. Le dessin est du au crayon élégant de M. Rodier architecte.

Signalons encore dans l'exposition particulière qui nous occupe le dessin représentant une porte d'entrée d'escalier; la marquise du magasin Chevreux-Aubertot; des grilles Renaissance et Louis XVI, enfin les belles ferrures de la cathédrale de Valence.

Tout le monde connaît le vulgaire pilastre par lequel commencent nos rampes d'escalier. C'est en général une colonnette en fonte, quelquefois en fer plus ou moins ornée. Les serruriers d'autrefois composaient autrement ces ouvrages. C'étaient de riches consoles, pièces toujours très-dispendieuses à cause des chantournements qu'il fallait leur faire subir, pour les faire reposer sur le noyau du limon. En s'inspirant de ces anciens départs d'escaliers, M. Baudrit a composé et exécuté l'excellent et magnifique travail de serrurerie d'art que représente la figure 34. Le griffon superbe, cet emblème héraldique du moyen-âge, en forme le principal motif; il est surmonté de la couronne princière des Demidoff, ses ailes éployées serrent la volute de la rampe, son corps svelte et nerveux se relie aux ornements des panneaux, ses pattes en sont enserrées, et ses griffes redoutables retiennent l'écusson sur le fond duquel sont représentées les armoiries du prince ayant pour support un cartouche admirable en fer forgé. La rampe elle-même dont on voit une petite partie dans notre dessin, est une pièce extrêmement remarquable ; elle produit en place un effet grandiose, auquel ne nuit d'aucune manière, les deux monstres fabuleux en tôle repoussée au marteau, qui sont comme emprisonnés dans les délicats ornements de sa naissance.

En dehors de la serrurerie d'art, M. Baudrit expose différents systèmes de charpentes en fer, et de *combles-voûtes* circulaires en bois et fer. Les fermes de ces combles sont régulières ou brisées, elles sont armées de fers plats boulonnés de distance en distance, et qui ont la forme circulaire pleine ou surbaissée. Ces fers se terminent, sur les points d'appui, par des supports verticaux ajourés à l'américaine. Il y a évidemment là une grande légèreté obtenue, et le procédé est économique d'une manière sensible, mais il ne nous semble applicable qu'aux halles et aux marchés de dimensions moyennes. Ces combles avec ou sans entraits ont leur arbalétriers cintrés à froid au moyen du martelage, ce qui leur donne cependant une grande force de résistance. Ils n'exigent pas de fortes maçonneries à cause de leur légèreté, aussi le prix d'une halle de 12 à 15 mètres de lar-

geur, construite suivant ce système, ne dépasserait-il pas 85 fr. par mètre superficiel. Remarquons en passant que ce prix est plus élevé que celui de la halle basilique de M. Boileau.

Enfin nous citerons, du même exposant : un projet de ferme en fer ou mixte, établi à la demande de MM. Hardy et de Dion, architectes de l'exposition, pour couvrir les annexes de l'avenue de la Bourdonnaye ; un projet complet d'exposition réemployable pour halles et marchés, économisant les deux tiers de la dépense, et présenté en 1865 et 1876; un système d'abris économiques couverts et fermés, pouvant s'agrandir à volonté, pour petites halles et hangars, à 50 fr.



Fig. 34. — Pilastre de rampe de l'hôtel Demidoff, par M. Baudrit.

le mètre superficiel, prix qui peut se réduire encore à 35 fr, en remplaçant les chéneaux par des gouttières, charpente, couverture, vitrerie, peinture et fermetures comprises.

On sait que les ferme-persiennes sont des appareils composés d'engrenages ou de vis sans fin, qui manœuvrent à l'aide d'un bouton ou d'une manivelle. Ils servent à faire fonctionner de l'intérieur, les persiennes sans ouvrir les croisées M. Conseil qui exploite les brevets Cairol, a trouvé le moyen de faire manœuvrer ainsi les persiennes brisées par un procédé très-simple. Aussi ces ferme-persiennes qui en même temps qu'ils font agir les vantaux, les fixent en développant leurs fermetures, sont-ils très-abordables au point de vue du prix. Le même exposant fabrique des persiennes en fer bien faites dont les bâtis n'ont que

$0^m,014$ d'épaisseur, et qui valent de 26 à 48 fr. le mètre superficiel, suivant la quantité de leurs brisures.

MM. Jomain et Sarton nous donnent des prix moins élevés. Chaque vantail de leurs persiennes est tout en tôle, d'une seule pièce, les lames sont découpées et embouties du même coup, par un outil spécial, dans le corps de la feuille. Cette disposition présente une grande solidité, ce qui, joint à la grande rigidité obtenue au moyen des cadres, en fait une fermeture très-résistante. Leurs persiennes sont fermées par des crémones à engrenages qui, mises en mouvement à l'aide d'une boucle plate bien en main, fonctionne dans la partie creuse d'un fer à profil particulier; elle est ainsi préservée de l'oxydation et de l'engorgement causés par la peinture. Leur prix varie entre 20 et 30 fr. le mètre superficiel.

Les mêmes fabricants exposent un système de monte-charges, à contre-poids, destiné aux hôtels et aux magasins. Ces appareils fonctionnent rapidement et simplement, au moyen de treuils et de chaînes. Leurs monte-plats sont aussi très-peu compliqués; ils fonctionnent sans manivelle, c'est par le tirage des cordes sur les poulies que le mouvement s'opère. Grâce à cette simplification, le fonctionnement est aussi bon que possible, et le prix peu élevé. Ainsi, un monte-plats disposé pour desservir un étage ne coûte en place que 240 fr. et chaque mètre en plus revient à 20 fr.

M. Pelletier fils expose un panneau de rampe en fer forgé, et une assez jolie suspension de lampe en fer poli, découpé et mouluré. Decidément. les serruriers tiennent à faire une excursion de plus en plus complète dans le domaine du mobilier. Mais ces objets ne seront jamais à la portée du plus grand nombre ; il faut les considérer comme autant d'exceptions, ou plutôt comme des tours de force du métier et ces choses-là sont toujours très-coûteuses.

C'est dans cette partie de la deuxième salle du Génie civil que nous retrouvons la rampe et la porte à panneaux de fer de M. Bertrand. Nous avons donné les dessins de ces beaux travaux de serrurerie dans la première partie de notre présente étude. Deux admirables marteaux, chef-d'œuvres d'un de nos plus habiles sculpteurs, sont placés sur les vantaux de cette porte : à droite et à gauche de chacun de leurs battants, ces marteaux nous présentent d'exquises figurines, des bacchantes assises. C'est une réminiscence de Carpeaux.

M. Larchevêque expose une très-jolie garniture de cheminée en fer forgé, du style Louis XV, prétend-il, et que nous trouvons de facture plus ancienne. Quoiqu'il en soit, les landiers et les accessoires du feu, sont très-bien exécutés. Pour compléter cette garniture, ce serrurier habile nous montre une belle grille cintrée qui, très-légère et très-heureusement découpée à jours, doit servir d'écran en même temps que de garde-feu. Un beau balcon en fer forgé formant la corbeille, trois jolies lanternes, un marteau de porte figurent encore dans l'exposition de M. Larchevêque qui, en outre, a suspendu au comble de la salle, un grand lustre tout en fer, très-curieux, qui vient d'être acquis pour une grande église de province. Ce lustre est une pièce considérable dans laquelle il est entré à foison des ornements de toute espèce. Ce ne sont là que *festons et astragales*. C'est une orgie de rinceaux, de feuillages, de repoussés de toutes les formes. Mais en somme, il y a là une grande habileté de main et beaucoup de savoir déployés dans cet objet monumental.

M. Sigaud, nous a envoyé des grilles de clôture dont les barreaux présentent cette particularité d'être composés tantôt de fers méplats, tantôt de barres profilées exprès, et dont la section est celle d'un double T, ou d'une croix. Ces barreaux sont tordus dans toute leur longueur, *ce sont des tiges torses*, elles produisent un assez bon effet.

La maison Garnier, l'une des mieux connues de Paris, pour sa spécialité de fabrication des crémones, a organisé une très-remarquable exposition de ses

produits. Parmi les objets que nous y avons remarqués, nous citerons de magnifiques fermetures de croisées, crémones et espagnolettes à poignées verticales, à garnitures en cuivre, d'une grande richesse ; deux de ces belles pièces portent dans leur cartouche élégant, l'écu aux armoiries de la Ville de Paris; elles sont destinées à concourir, lorsqu'il en sera temps, à la décoration de notre hôtel de ville de Paris reconstruit. De très-beaux coffres de serrures, ornés d'après les dessins de Germain, ont aussi attiré notre attention, et spécialement parmi ces derniers ouvrages, celui d'une serrure avec gâche de répétition dont le travail est véritablement merveilleux.

Une très-belle vitrine renferme les cristaux, les porcelaines et les cuivreries de bâtiment de M. L. Camus, de Paris. Des vases de rampe, des boutons de portes, et les autres objets employés journellement par les errurier de bâtiment, figurent là en grand nombre, sous des formes très-riches, et souvent très-heureuses. Un nouveau système de boutons doubles nous été présenté par l'exposant, qui a trouvé le moyen de supprimer la goupille en serrant la tige par le moyen d'une sorte de raccord à écrou, avec bague de sertissage. Ce procédé nous a paru ingénieux ; il serait bon de voir disparaître cette goupille qui a le désagrément d'être incommode pour le démontage. De plus, lorsqu'elle n'est pas bien affleurée, elle déchire souvent la main de la personne qui ouvre la porte.

Peu satisfaits de la fermeture très-répandue que nous nommons *bec de cane*, MM. Gollot frères ont inventé une excellente pièce de quincaillerie qui a été adoptée tout de suite au Champ de Mars, et appliquée sur les grandes portes des vestibules du Palais. C'est un bec de cane d'un genre tout nouveau ; il est renfermé dans un encloisonnement à chapeau, ce qui lui donne une tournure anglaise. Le pène est conduit par une bascule à foliot commandée par une béquille double de forte dimension, mais il se ferme sans faire mouvoir cette dernière, par la raison qu'il existe deux ressorts dans l'encloisonnement. L'un de ces ressorts est une spirale de pendule, qui donne un fonctionnement égal et doux. Les béquilles ont des tiges cylindriques qui permettent de placer la rosette à n'importe quelle hauteur, suivant l'épaisseur des menuiseries, sans ajustement spécial. Cette nouvelle et ingénieuse fermeture offre divers avantages, en plus de ceux que nous venons de signaler. Le coffre qui la renferme étant très-étroit, peut s'adapter partout, par exemple, sur les montants d'une porte en fer; le jeu de la béquille et du pène étant indépendant l'un de l'autre, ne réclame plus l'incommode aide-ressort. Enfin, une chaînette qui retient la goupille de cette béquille porte aussi à l'autre extrémité une broche à œil qui, en pénétrant à la fois à travers la cloison et le pène, arrête la course de ce dernier, quand on veut laisser la porte ouverte.

En serrurerie, nous n'avons plus guère à citer ici que la quincaillerie fabriquée par M. Machefer (un nom prédestiné), dont la vitrine renferme, en dehors de quelques pièces remarquables créées en vue de l'exposition, de bonnes serrures courantes parmi lesquelles nous en avons remarqué qui sont entièrement en bronze et destinées probablement aux usages de la marine.

Cependant, nous ne nous éloignerons pas des exposants du Génie civil sans dire un mot des tringles d'isolement des vitrages de M. Collin. Elles constituent un système très-apprécié, employé avec succès pour toute la vitrerie de l'Exposition, où il a pu être constaté un résultat excellent, malgré l'importance de la superficie couverte (environ 100,000 mètres). Cettre tringle offre les avantages suivants : La chaleur intérieure ne peut plus s'échapper, la clôture étant hermétique, et malgré cela, l'écoulement de la buée se fait au dehors; aucune infiltration ne peut avoir lieu, enfin, on peut l'employer même sur des pentes très-faibles. Elle nous a paru supérieure aux tringles Fincken, connues depuis très-longtemps, mais qui sont peu employées maintenant.

Enfin, nous quittons cette partie de l'Exposition dans laquelle nous avons trouvé tant de sujets d'étude, non sans y avoir jeté un dernier coup d'œil et après avoir classé nos notes, tout en étant installé très-confortablement dans l'un des sièges de l'usine Carré, qui les a répandus à profusion sur toute la surface du Champ de Mars et du Trocadéro. Celui-ci est une sorte de canapé d'un modèle très-élégant, tout en fer; son fond et son dossier sont composés de larges et fines lames d'acier. Il est d'une élasticité telle qu'on peut comparer ce meuble, dû à la serrurerie moderne, au plus moelleux des fauteuils que nous livrent nos tapissiers. De l'usine Carré sortent une quantité de merveilles: guéridons, jardinières, volières, faisanderies, cages de toutes sortes, lavabos, suspensions, bordures, passerelles; enfin tout ce qui constitue la serrurerie décorative et mobilière de nos parcs et de nos jardins.

La Bibliothèque technologique. — Le Génie civil a son côté biblographique que nous ne devons pas passer sous silence, la serrurerie y étant représentée par plusieurs ouvrages. C'est devant l'École militaire, c'est-à-dire au Sud du palais du Champ de Mars, entre les portes Dupleix et de Tourville qu'est installée la *Bibliothèque technologique du groupe VI.* Nous y avons trouvé entre autres ouvrages spéciaux, l'excellent livre de M. Liger intitulé : *La ferronnerie ancienne et moderne, ou monographie du fer et de la serrurerie.*

C'est dans la Bibliothèque technologique du groupe VI, que sont déposés les fascicules de nos Études au fur et à mesure de leur publication; c'est aussi là que l'on peut critiquer l'une de nos œuvres. Nous voulons parler de l'Architecture ferronnière, recueil in-4°, dont nous ne pouvons parler longuement, puisqu'il nous touche de près. Dans ce livre, quatre-vingts planches gravées d'après les travaux d'architectes ou de serruriers célèbres, servent d'exemples de construction et d'ornementation. Il en est ainsi du beau recueil des *fac-simile* des œuvres de Jouannès Bérain, dessinateur ordinaire de Louis XIV. Dans cet ouvrage remarquable, les anciens dessins du maître ont été remis au jour par M. Midart.

Enfin, le serrurier studieux et amoureux de son art, pourra y consulter avec fruit le beau livre de M. Léonce Reynaud, intitulé : *Traité d'architecture.* Le livre IV de la 1re partie traite avec beaucoup d'autorité des constructions en fer; les assemblages de la ferronnerie, les murailles métalliques, les colonnes, planchers, combles, et jusqu'aux escaliers en fer y sont décrits avec exactitude, les dessins de l'atlas qui correspondent au texte sont très-remarquables. L'ouvrage de M. Reynaud est d'une clarté rare, il est très-méthodique, ses descriptions sont nettes et concises.

N'ayant aucunement l'intention de faire ici une sorte de revue bibliographique, nous arrêterons nos citations. Mais nos lecteurs conviendront avec nous qu'il nous était impossible de ne pas signaler à l'attention publique, les curieux et intéressants écrits des hommes du métier et des savants qui s'occupent spécialement ou incidemment de la serrurerie et de la ferronnerie, et dont les travaux instructifs sont exposés dans une bibliothèque dont l'utilité n'a pas été assez comprise, et qui, par ce fait, est très-incomplète.

La serrurerie dans les galeries de l'art rétrospectif au palais du Trocadéro.

Si du Champ de Mars, où nous étions tout à l'heure, nous nous transportons une fois encore au Trocadéro, nous visiterons avec le lecteur, les deux grandes galeries formées par les ailes cintrées du beau monument qu'élevèrent les architectes Davioud et Bourdais. Les combles de ces galeries sont en fer, leurs fermes sont composées d'arbalétriers du profil à simple té, surbaissés d'arcs à sections semblables, les remplissages sont des parois verticales de tôles découpées de façon à donner des motifs milieux à rinceaux, accompagnés de jours en rosaces, les retombées des fermes sont ajourées dans le même genre jusque sur les consoles en pierre qui les reçoivent. Les faitages et les deux cours de pannes supportant la couverture, sont en fer à double té. Enfin, deux lanternons de forme circulaire en plan, éclairent les galeries, et surmontent ces combles.

Nous visiterons d'abord l'aile de gauche, le palais du Trocadéro étant vu de l'intérieur de l'Exposition. C'est dans cette galerie que sont renfermés les trésors dûs aux patientes recherches de nos collectionneurs français. Parmi les nombreux spécimens de l'art rétrospectif qui y sont classés avec beaucoup d'art et de méthode, il ne pouvait manquer de se trouver des échantillons de serrurerie ancienne. Aussi, dans les premières salles de ce curieux musée, et à côté des produits de la bijouterie de nos devanciers, des monnaies gauloises, des vases, des statues et des armes découverts dans les ruines et dans les sépultures antiques, nous avons retrouvé les clefs romaines fabriquées en bronze, dont nous avons déjà parlé, au début de notre travail. C'est ainsi que M. Fabre, de Royat, nous montre une très-intéressante collection de ces clefs dont les anneaux sont tantôt rectangulaires, tantôt ronds avec des évidements de formes étranges. Ces clefs, en général, portent des embases plus ou moins profilées; l'une d'elle est remarquable au point de vue de la forme du panneton qui est coudé d'équerre, et forme le *peigne*, à cause des entailles pratiquées dans son *museau*. Nous avions cru, jusqu'à ce moment, que cette disposition qui prouve l'existence d'une garniture compliquée, était beaucoup plus moderne.

M. Gay expose aussi, parmi divers objets, plusieurs clefs de provenance semblable. Quelques anneaux d'entre elles sont de forme losange, percées de découpures originales; l'un d'eux affecte la représentation d'une couronne à triple pointe. Un peu plus loin, et dans des vitrines qui renferment des merveilles archéologiques, nous trouvons les serrures et les clefs du moyen-âge et de la Renaissance. M. Lebreton est possesseur de sept très-jolies clefs de cette dernière époque, elles sont ajourées et ciselées avec une délicatesse exquise, les pannetons en sont refendus d'une quantité de planches de façon à ne plus former que des lames de très-peu d'épaisseur. Dans une autre vitrine appartenant à M. Liger, nous remarquons une serrure du XIIIe siècle, des marteaux de porte dans lesquels sont refouillés des animaux de convention; une crémaillère de cuisine dont la tige est torse, est ornée de feuillages et de rosaces repoussées. Le musée de Rouen est représenté par une magnifique pièce. C'est une serrure de la Renaissance dont la clef est ornée des armes royales. M. Julien Gréau, nous montre une autre serrure d'un très-grand travail dont les pènes ont des têtes très-minces, disposées sur champ, toutes les pièces intérieures sont refouillées de jolies gravures, l'entrée est très-ornementée, on y voit des figurines supportant des corbeilles de fleurs. Un amateur de Rouen, M. Loquet, a rassemblé plusieurs types de clefs dont les anneaux sont formés par des griffons; des

verrous et des targettes d'un très-bon style les accompagnent. Enfin, dans la huitième salle, M. Barre a exposé une très-curieuse serrure du xvie siècle, dont le palastre en fer forgé porte huit statuettes enlevées dans la masse, et qui semblent représenter des saints et des anges.

De très-belles ferrures, richement ornées, garnissent les quelques meubles anciens placés dans cette galerie, qu'il est du devoir de tout artiste industriel de visiter longuement. Au milieu de toutes ces curiosités, de ces richesses arrachées, non sans peine, à l'action dévorante du Temps, ils retrouveront parfois les secrets de chacun des métiers, ou tout au moins les anciens procédés de fabrication qu'il est bon de connaître. Au point de vue décoratif, il y a là une source abondante, ils y pourront puiser sans crainte de jamais la tarir.

L'aile de droite du Trocadéro, réservée aux collections étrangères, appelle aussi notre attention. Nos voisins les Belges y ont exposé de très-belles menuiseries flamandes de l'époque de la Renaissance, entre autres une croisée et deux portes dont les ferrures méritent une mention spéciale. Disons d'abord que la croisée est à deux vantaux, et que chaque vantail, divisé par ses vitraux en deux compartiments principaux, reçoit deux volets, dont les ferrures consistent en charnières triples, à nœuds enlevés dans la masse, et à lames fleuronnées. Les fermetures sont composées de locqueteaux à pènes droits et à ressorts à paillettes, montés sur des platines ornées de fleurs de lis; les mantonnets servent en même temps de poignées de tirage. Quant à la fermeture des vantaux, ce sont d'autres locqueteaux dont les pènes au nombre de deux. agissent de droite à gauche et *vice versa*, tout en n'ayant qu'un unique ressort dont la forme est celle dite *à pincette*. Cette curieuse fermeture est placée sur le montant dormant ou meneau de la croisée, et les mantonnets sont fixés sur ses vantaux. Toutes les pièces de serrurerie que nous venons de décrire sont découpées et étamées, afin, probablement, de faciliter le nettoyage, chose à laquelle on pense tout d'abord, dans le pays reluisant des Flandres.

Les portes qui accompagnent la croisée sont ferrées de paumelles doubles dont les branches en forme d'S, sont découpées; elles sont garnies de poignées montées sur des platines historiées par le même procédé, et le tout est encore étamé. Une armoire-coffre, de la fin du xve siècle, nous montre ses serrures entaillées dont l'aubron est une sorte de verrou horizontal, avec une queue cintrée en forme de poucier, ciselée. Citons encore les accessoires en fer d'une cheminée de cuisine flamande du xvie siècle; un support d'encensoir de forme hexagone de la même époque et provenant de l'hospice de Bruges; un landier en fer forgé, avec deux crémaillères à potences tournantes en fer tordu, et dont les pieds sont à volutes élargies, etc., etc.

Une autre pièce de menuiserie du xve siècle, la porte provenant de l'hôtel de ville de Gand, est ferrée de huit belles pentures à charnières dont les nœuds très-bien centrés et taillés à froid, sont prolongés de branches à té; elles sont ornementées avec un grand luxe de fleurons. Sa fermeture est curieuse, elle se compose d'un loquet dont le pène est monté sur une grande platine triangulaire renforcée de moulures sur ses rives, et découpée d'ornements bizarres; le tout manœuvre au moyen d'une poignée en forme de boucle à bascule qui fait agir une pièce dont la figure est celle d'un foliot.

Enfin, les collectionneurs belges ont disposé, sur six panneaux en chêne, de très-nombreux spécimens de la serrurerie flamande des xive et xviie siècles. Ce sont des ferrures de diverses espèces dont plusieurs forment l'équerre, des heurtoirs ouvragés (fig. 35), des poignées, des anneaux, des loquets et locqueteaux, des serrures encloisonnées et à bosse plus ou moins richement ornés, etc.

La serrurerie espagnole ancienne est représentée par divers ouvrages repoussés

et relevés au marteau, ou découpés à la main. Des entrées de serrures, des plaques de heurtoirs, des rosaces et des rosettes, des têtes de clous ornés, des marteaux de portes, des espagnolettes très-primitives (1), et d'autres pièces forgées historiées, décorées d'armes et d'écussons, composent une collection organisée sur deux grands panneaux fixés à la muraille. En somme rien de bien remarquable.

Le musée archéologique de Madrid nous a envoyé un coffre du xv[e] siècle, couvert de ferrures curieuses. Le couvercle cintré est ferré de pentures fleuronnées, les moraillons sont forgés avec des ornements saillants réservés, les serrures qui sont entaillées ont des palastres armoriés par la ciselure, ces pièces donnent une bonne idée de l'état de la serrurerie espagnole de cette époque. Un autre coffre de style ogival, et aussi du xv[e] siècle, est fermé par une serrure dont la partie apparente est garnie d'appliques de forme pyramidale, l'auberonnière représente un animal chimérique, sorte de dragon ailé. Enfin, un secrétaire ayant appartenu au célèbre poëte espagnol Francisco de Quevedo, est revêtu de ferrures très-minces découpées et clouées sur des morceaux d'étoffe de couleur.



Fig. 35. — Heurtoir en fer des collections rétrospectives

La Suède a renfermé précieusement, dans une élégante vitrine, les échantillons de sa serrurerie d'autrefois. Ce sont des cadenas gigantesques ou plutôt des espèces de serrures portatives et des clefs dont les proportions ne sont pas moindres.

C'est ici que se termine notre travail. Le lecteur vient de voir que rien ne manque à l'Exposition universelle de 1878, de tout ce qui doit nous intéresser dans l'art du serrurier. L'historique du métier y est représenté lui-même par les ouvrages curieux que nous venons de passer en revue, ainsi que par les livres spéciaux que nous avons étudiés. Ce n'est pas le côté le moins intéressant de notre belle Exposition que cette partie rétrospective ; elle nous initie aux anciens secrets des métiers, aux procédés d'autrefois, elle nous donne la valeur exacte de l'état de l'art décoratif aux diverses époques, valeur souvent exagérée par le dessin d'un artiste habile, trop amoureux de son œuvre et de son art.

(1) Il est évident que cette fermeture a été inventée en Espagne, son étymologie l'indique clairement. Des étoffes et autres produits de ce pays ont eu en France, des noms semblables. (Voyez Littré, dictionnaire de la Langue Française, et supplément).



L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

PAR

M. CARL DAHMER, ANCIEN ÉLÈVE D'HOFFWILL

DEUXIÈME PARTIE

(*Suite et fin.*) (1)

A notre grand regret, nous avons pu constater que l'enseignement agricole avait à peu près complétement fait défaut à l'Exposition universelle de 1878, et nous avouons n'avoir pu nous expliquer cette abstention Sur nos trois écoles d'agriculture, l'une seulement, celle de Grignon, avait tenu, en 1867, à renseigner le public sur la nature de ses études, sur les moyens d'enseignement qu'elle possédait, et à exhiber les travaux scientifiques de son personnel enseignant. A Vienne (Autriche), en 1873, notre ministère de l'agriculture, pour une installation à laquelle l'enseignement agricole prenait presque autant de part que l'organisation administrative, recevait un diplôme d'honneur. Pourquoi, en 1878, n'avoir pas donné suite à un projet qui avait été d'abord formé d'une exposition collective de nos trois écoles? Aurait-on redouté d'exciter entre elles une rivalité qui n'eût pu tourner qu'au profit de l'enseignement? A-t-on reculé devant une dépense relativement insignifiante? A t-on rencontré des obstacles de toute autre nature? Nous l'ignorons.

Chacune de nos écoles pourtant représente une région agricole distincte, et, chacune d'elles pouvait nous offrir des études spéciales sur la culture des départements de son ressort : plans de fermes et installations de bâtiments, installations d'usines agricoles, produits agricoles (fourrages, céréales, plantes industrielles, produits technologiques, culture de la vigne, analyse du vin, etc.), travaux scientifiques, programmes de l'enseignement, etc., etc. Seule, à notre connaissance, la station stéricicole de l'école d'agriculture de Montpellier avait donné signe de vie, en exposant les œuvres du directeur, M. Eugène Maillot : un coupe-feuilles, les procédés d'encabanage, des papiers à déliter, des étagères japonaises avec coconnière Davril.

Plusieurs fermes-écoles, de leur initiative privée, avaient envoyé des produits de leurs cultures (grains et graines, fourrages, plantes-racines, toisons, etc.). Mais rien de complet, de frappant comme l'avaient fait de simples particuliers, comme MM. Bignon, de Theneuille (Allier); Nicolas, d'Arcy-en-Brie (Seine-et-Marne), etc.

Il est juste d'ajouter que les pays étrangers n'avaient pas témoigné beaucoup plus d'empressement à nous mettre à même d'apprécier leur enseignement agricole. Signalons pourtant l'école d'agriculture de la Floride (Espagne), qui a reçu un diplôme d'honneur pour ses produits alimentaires (blés et vins), et la ferme de l'Académie de Petrowski, dotée de la même distinction pour ses céréales. Et puis..... c'est à peu près tout pour l'Ancien-Monde. Nous avons découvert pourtant, et par un assez singulier hasard, dans la section d'anthropologie, les envois du ministère de l'agriculture d'Autriche, entassés sur une table avec une foule d'autres objets; ils comprenaient un plan en relief d'une

(1) Voir Tome IV, page 99.

station agronomique de l'Institut de Vienne, pour la physiologie et l'élevage du bétail; des modèles d'étables divisées par boxes, pour expériences physiologiques et zootechniques; des modèles en relief de fermes et de vacheries.

Le contingent fourni par le Nouveau-Monde n'est pas plus riche. C'est l'école d'agronomie de Sainte-Catherine (Santa-Catalina, près de Buenos-Ayres) qui envoie onze vues photographiées de son établissement « El Espartillar », une boîte en paradisier et du miel.

A une époque où tous les peuples sentent le besoin d'organiser, sur de larges bases, l'enseignement de l'agriculture, nous aurions cru pouvoir exiger plus. Et à ce point de vue, ce sont bien moins, nous le confessons, les produits agricoles obtenus par les écoles qui nous intéressent que les programmes de leur enseignement, les travaux de leurs professeurs et les résultats obtenus sur les élèves. Il y a un plan d'études agricoles; il est à peu près le même partout, adopté par tous les peuples, et il eut été précieux d'en déterminer la valeur absolue ou comparative, de constater les imperfections, s'il en présente.

Ce que ne nous présentaient ni le Champ-de-Mars, ni le Trocadéro, nous l'avons cherché dans les nombreuses notices et travaux publiés à l'occasion de l'Exposition même, et aussi dans nos conversations avec les agriculteurs étrangers. C'est par ces moyens que nous pourrons compléter notre étude antérieure, la rectifier même, s'il y a lieu.

M. le Directeur de l'Institut national agronomique vient de publier son rapport général au ministre de l'agriculture et du commerce; c'est le premier fascicule des *Annales* de cet établissement. M. Tisserand y fait l'historique de la fondation de l'Institut, et décrit son organisation. Ce n'est pas sans une vive satisfaction que nous avons rencontré, dans ce rapport, plusieurs passages qui viennent à l'appui des opinions exprimées par nous dans la première partie de notre travail : « Tout en protestant, dit M. Tisserand, de notre profond res-
» pect pour la loi et pour les raisons qui ont déterminé le législateur à la
» voter, nous nous permettrons, cependant, une réflexion au sujet de ces con-
» cours (pour les chaires). Notre opinion est qu'ils ne sauraient être maintenus
» pour l'Institut agronomique, et que, ce qu'il faut pour y avoir une succession
» d'hommes éminents, c'est le choix *des savants éprouvés qui ne consentent*
» *plus à courir les risques des luttes publiques* dans lesquelles se complaisent
» *les athlètes jeunes*, et leur présentation au ministre par le conseil de perfec-
» tionnement et celui des professeurs. » Si le système des nominations sans concours est bon pour l'Institut, pourquoi n'est-il pas bon pour nos écoles d'agriculture? Si la loi est défectueuse, pourquoi ne pas l'améliorer? Si l'on tient au concours, pourquoi ne pas le placer au début de la carrière et non au milieu? Il n'y aurait plus à redouter que l'esprit de coterie qui a déjà envahi une partie de nos corps savants; mais le public conserverait encore une garantie.

Le même fascicule renferme un rapport adressé à l'assemblée nationale en 1875, par M. le marquis de Dampierre, au nom de la commission chargée d'examiner la proposition de loi relative à la création d'une école supérieure d'agriculture; ce rapport contient quelques erreurs et omissions d'un côté, quelques précieuses affirmations de l'autre. C'est à tort que M. le rapporteur nous dit que la *Ferme-École* de la Saulsaie vint remplacer l'École de Roville. La Saulsaie, fondée en 1842, par M. Césaire Nivière, fut toujours une école d'agriculture, de 1842 à 1848 comme de 1848 à 1870, et jamais une ferme-école; aussi faut-il l'ajouter à celles de Grignon et de Grand-Jouan, pour obtenir le chiffre de nos trois et non pas de nos deux écoles fondées par l'initiative privée. Qui a dû être bien surpris à la lecture de ce rapport? C'est le célèbre fondateur de Grand-Jouan en s'y voyant qualifié de *chimiste distingué*! M. Rieffel, l'élève de Mathieu de Dombasle, possède assez de titres à la reconnaissance de ses élèves

et de son pays pour faire l'abandon d'une qualification qui ne lui revient pas et qu'il n'a jamais ambitionnée. Par contre, M. de Dampierre réclamait énergiquement et en s'appuyant des plus solides raisons : l'introduction de l'agriculture dans le programme des écoles normales d'abord, et des écoles primaires ensuite.

Complétons maintenant, autant que nous le pourrons, la liste des institutions consacrées à l'enseigement agricole (voir 1[re] partie, page 115), que nous rétablirons ainsi :

Allemagne.

- **Prusse . . . .**
  - 4 instituts agronomiques (Proskau, etc.)
  - 7 académies ou écoles d'agriculture (Moeglin, Eldéna, Poppelsdorff, Waldau, Dusseldorff, Regenwald, Weyhenstephan).
  - 3 écoles supérieures de viticulture.
  - 12 écoles de viticulture.
  - 5 cours d'agriculture dans les universités (Berlin, Hall, Gœttingue, Kœnigsberg, Kell).
  - 41 écoles moyennes et fermes-écoles.
  - 5 écoles de praticulture et d'irrigation.
  - 1 école de drainage.
  - 2 écoles pour les cultures industrielles.
  - 1 école de maréchalerie.
  - 1 école de sériciculture.
  - 1 école de pisciculture.
  - 20 stations agronomiques et laboratoires d'essai.
- **Bavière. . . .**
  - 1 école polytechnique à Munich (section d'agric.).
  - 25 écoles d'agriculture (Schleissheim) et fermes-écoles.
- **Wurtemberg.**
  - 1 institut agricole à Hohenheim.
  - 15 autres établissements d'enseignement agricole.
- **Saxe . . . . .**
  - 1 université de Leipsig (faculté d'agric., 20 chaires).
  - 4 écoles régionales d'agric. (Tharandt, etc).
  - 3 stations agronomiques de recherches, près la faculté de Leipsig (chimie agricole, physiologie animale, physiologie végétale).
- **Grand-Duché de Bade . .**
  - 1 faculté à Heidelberg (section d'agric.).
  - 15 écoles moyennes d'agriculture.
  - 4 écoles d'horticulture et d'arboriculture.
  - 1 école d'irrigation et de drainage.
  - 1 école de maréchalerie.
  - 2 stations agronomiques.
- **Grand-Duché de Hesse. .**
  - 1 université à Giessen (section d'agric.).
  - 8 écoles moyennes d'agriculture.
- **Grand-Duché d'Oldembourg.**
  - 3 écoles d'agriculture.
- **Grand-Duché de Saxe-Weymar. . .**
  - 1 université à Iéna (section d'agric.).
  - 2 écoles d'agriculture (à Ivarzen et à Tieffurth).
  - 1 ferme-école à Berka.
  - 1 école d'horticulture à Marienhoë.
  - 4 professeurs nomades d'agriculture.
- **Nassau. . . .**
  - 2 écoles d'agriculture (à Iddlen et Geisberg).
- **Hanalt. . . .**
  - 1 école d'agriculture (à Coswig).
- **Hesse-Électorale.**
  - 1 école d'agriculture à Beberbeck.
- **Hesse-Darmstadt.**
  - 1 école d'agriculture à Darmstadt.

Allemagne	Hanovre.	1 université à Celle (section d'agric.).
	Alsace-Lorraine.	2 écoles moyennes d'agriculture (à Haguenau et à Colmar, 1872). 1 école de pisciculture, d'horticulture et d'arboriculture à Strasbourg (Huningue, 1873).
Autriche	....	1 institut agronomique à Vienne. 12 écoles d'agriculture (Krumman, Graetz, Cracovie, etc. 27 fermes-écoles. 18 écoles de viticulture, horticulture ou pomologie (Kaiserslautern, etc.). 1 école de brasserie. 1 école de distillerie. 1 école linière.
	Hongrie	1 école polytechnique de Pesth (section d'agric). 4 écoles supérieures d'agronomie. 4 écoles d'agriculture. 6 fermes-écoles. 2 écoles de viticulture (Tarczal, etc.),
Russie		1 académie impériale agricole à Moscou (Petrowski). 3 instituts agricoles (Gorigoren, Stragonow, Marjino). 7 fermes-écoles.
Belgique		1 institut agricole à Gembloux (province de Namur). 6 fermes-écoles. 3 écoles pratiques d'horticulture (Vilvorde, Gand, les Merchines). 1 école pratique d'horticulture et d'arboriculture, à Tournay. 1 station agronomique, à Gembloux.
Suède et Norwège	....	1 institut agronomique à Christiania (fondée en 1859). 1 académie d'agriculture à Stockholm (fondée en 1811). 2 instituts supérieurs d'agriculture (à Ultuma et à Alnarp.) 2 écoles royales d'agriculture (à Stockholm-Campagne et à Applerum). 27 écoles primaires d'agriculture.
Angleterre		1 collége agricole à Cirencester. 3 écoles pratiques d'agriculture (Templemoyle, Dublin, Hoddeston. 1 ferme-modèle à Whitefield.
Roumanie		1 école d'agriculture à Panteleïmon.
Suisse		1 école polytechnique à Zurich (section d'agric., fondée en 1869-71).
Espagne		1 école du génie agricole (fondée en 1855). 1 institut national d'agriculture à Aranjuez. 1 institut agricole Catalan à Barcelone. 1 école d'agriculture à la Floride.
Italie		9 écoles d'agriculture (à Lugo, Rimini, Rovigo, Feltre, Brussigéna, Consenza, Altamura, San Remo, Grumello-al-Monte.) 1 école de viticulture et d'œnologie à Conegliano. 1 école d'horticulture à Naples. 1 station agronomique à Rome. 9 stations expérimentales (Caserte, Florence, Forli, Modène, Rome, Padoue, Pesaro, Turin, Udine). 2 stations œnologiques (Asti, Gattinari). 1 station de fromagerie (Lodi). 1 station de chimie agricole (Palerme).

Italie	1 station de cryptogamie (Pavie). 10 écoles normales pourvues de cours d'agriculture.
Turquie	1 école impériale d'agriculture à Aymama (près de San-Stefano).
États-Unis d'Amérique	1 école d'agriculture à Boston (Massachussetts). 1 école d'agriculture et d'horticulture à Jamaïcaplain (Massachussetts). 1 école d'agriculture à Hampton (Virginie).
République argentine	1 école nationale d'agriculture à Buenos-Ayres (1872). 4 écoles provinciales d'agriculture (Santa-Catalina, Mendoza, Tucuman, Salta).
Brésil	4 instituts agricoles (Fluminense, Petropolis, Bahiano, Pernambuco.)
Japon	1 école d'agriculture à Hokkaïdo. 1 école d'arboriculture à Tokio. 1 école de viticulture à Yeddo.

Si nous comparons, au point de vue qui nous occupe, la France aux autres nations, nous sommes bien obligé de reconnaître que nous ne brillons pas au premier rang par la libéralité avec laquelle est distribué chez nous l'enseignement agricole, et nous en sommes réduit à nous demander : Si la population française est réfractaire; si notre enseignement est insuffisant, incomplet ou défectueux; ou enfin, si, méconnaissant les besoins ou les désirs de la population, il s'adresse mal et méconnaît sa clientèle naturelle? Nous pensons qu'il y a un peu de tout cela et que le remède le plus efficace serait de spécialiser l'enseignement, les professeurs et les élèves; à ce compte, nous ne manquons pas de réformes à opérer. Mais le comprendra-t-on, et surtout le voudra-t-on?

CARL DAHMER
(ancien élève d'Hoffwill).

ÉCLAIRAGE

ÉCLAIRAGE AU GAZ, A L'HUILE, AU PÉTROLE, ETC.

PAR

M. SERVIER, INGÉNIEUR CIVIL

Ancien directeur de la compagnie du gaz à Metz.

L'INDUSTRIE DU GAZ

L'Industrie du Gaz.—L'industrie du gaz a fait de grands progrès depuis 1867, mais il était assez difficile de s'en rendre compte en visitant l'Exposition, sans être initié aux détails de cette fabrication. Elle touche, en effet, à un si grand nombre de sciences diverses, que les appareils qu'elle emploie se trouvaient disséminés dans plusieurs classes du catalogue. Elle a une importance considérable également au point de vue des capitaux qui y sont engagés, et il eût été facile de faire de l'industrie du gaz une classe spéciale qui eût compris tous les appareils employés dans la fabrication, les systèmes de mesurage du pouvoir éclairant, les compteurs, les emplois du gaz à l'éclairage, au chauffage et à la création de force motrice, et enfin l'exploitation des sous-produits (goudron et eaux ammoniacales). L'intérêt qu'eût présenté une telle classification n'est pas douteux, et nous en avons la preuve dans le succès obtenu par l'exposition spéciale de la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, dont le pavillon, situé près la porte de Seine, était assailli par les visiteurs. Cette exposition ne comprenait cependant qu'un spécimen des appareils employés dans une seule Compagnie de France, Compagnie dont l'importance, il est vrai, est exceptionnelle, puisqu'elle produit à elle seule près de la moitié du gaz consommé en France.

Nous allons en donner une idée. Le capital en actions est de 84,000,000 de francs, et le capital en obligations de 111,745,000 francs. C'est donc un total de 195,745,000 francs engagés dans cette affaire.

La Compagnie éclaire non-seulement Paris, mais un grand nombre de communes de la banlieue, au nombre de 51, qui sont :

Département de la Seine (rive droite) : Asnières, Aubervilliers, Bagnolet, Boulogne-sur-Seine, Charenton-le-Pont, Clichy, Deuil, Créteil, Épinay, Fontenay-sous-Bois, Gennevilliers, Ile-Saint-Denis, Joinville-le-Pont, Les Lilas, Levallois-Perret, Maisons-Alfort, Neuilly, Nogent-sur-Marne, Pantin, Prés-Saint-Gervais, Puteaux, Romainville, Saint-Denis, Saint-Maur, Saint-Maurice, Saint-Ouen, Saint-Mandé, Stains, Vincennes.

Département de la Seine (rive gauche) : Arcueil, Bagneux, Bourg-la-Reine, Châtillon, Choisy-le-Roi, Clamart, Fontenay-aux-Roses, Gentilly, Ivry, Montrouge, Sceaux, Vanves, Villejuif, Vitry.

Département de Seine-et-Oise : Chaville, Enghien, Garches, Montmagny, Montmorency, Saint-Cloud, Sèvres, Saint-Gratien.

La surface des terrains occupés par les usines et établissements de la Compagnie ou destinés à leur développement est de 125 hectares.

Les usines à gaz sont au nombre de dix. et sont situées : à La Villette, aux Ternes, à Passy, à Vaugirard, à Ivry, à Saint-Mandé, à Belleville, à Saint-Denis, à Boulogne-sur-Seine, à Maisons-Alfort et à Clichy (en construction).

Leur puissance de fabrication est de 220,500,000 mètres cubes par an. Il y a en service 4,600 cornues et 74 fours à coke, pouvant produire journellement 1,000,000 de mètres cubes de gaz environ. Le nombre des gazomètres est de 61, cubant ensemble 600,000 mètres cubes. Il y a 112 machines à vapeur d'une force totale de 1,100 chevaux vapeur.

Les quantités de gaz livrées annuellement à la consommation ont été comme suit :

	m. c.		m. c.
En 1855	40 774 400	En 1867	136 569 762
1856	47 335 475	1868	138 797 811
1857	56 042 640	1869	145 199 424
1858	62 159 300	1870	114 476 909
1859	67 628 116	1871	87 481 346
1860	75 518 922	1872	147 668 331
1861	84 230 676	1873	154 397 118
1862	93 076 220	1874	160 652 202
1863	100 833 258	1875	275 938 244
1864	109 010 003	1876	189 209 789
1865	116 171 727	1877	191 197 220
1866	122 334 605		

Outre les usines à gaz, la Compagnie parisienne possède une usine de traitement des goudrons à La Villette; des ateliers de produits ammoniacaux à La Villette, à Vaugirard et à Saint-Mandé ; des ateliers de chaudronnerie et tôlerie, et un atelier de briqueterie à La Villette; un atelier de construction de machines et d'appareils de chauffage au coke au quai de Jemmapes, et, enfin, un atelier de charronnage à Clichy.

Quatorze bureaux de sections sont disséminés sur le périmètre éclairé pour faire face aux besoins des services public et particulier.

La longueur des canalisations et de 1,759,250 mètres.

Le nombre des becs publics est dans Paris, de 36,068 et dans les communes, de 6,418.

Le nombre des becs particuliers est d'environ 1,200,000.

La Compagnie installe depuis quelques années dans les maisons particulières des *colonnes montantes* pour desservir les étages supérieurs; leur nombre est actuellement de 10,540. Le nombre total des abonnés de la Compagnie est de 124,178.

Le personnel fixe comprend les ingénieurs, chefs de service, employés de tous grades et agents payés au mois ou à l'année et compte 2,400 personnes.

Le personnel variable dans les usines et ateliers compte environ 5,000 ouvriers en hiver. Enfin, la Compagnie a créé diverses institutions pour améliorer la situation du personnel :

1° Une caisse de prévoyance destinée à fournir des secours médicaux et pécuniaires aux agents malades et à subvenir aux frais de leurs funérailles ;

2° Une caisse de retraite pour servir des pensions aux agents âgés de plus de 55 ans et comptant plus de 25 ans de service. Sa fondation date de 1857 ; elle a été enrichie des dons faits par plusieurs administrateurs de la Compagnie,

et elle fonctionne actuellement au moyen de subventions annuelles fournies par la Compagnie seule, sans le secours des employés et ouvriers ;

3° Une caisse d'économie, créée en 1876, ouverte aux agents de la Compagnie pour y déposer leurs épargnes ; les sommes placées portent intérêt à raison de 5 % ;

4° Des bourses diverses à l'École de commerce, à la Société des Amis de l'enfance, etc., attribuées par la Compagnie aux enfants des agents chargés de famille et qui se recommandent par leurs services.

La Compagnie parisienne a exposé dans son pavillon spécial :

1° Des modèles au cinquième des différents types de fours employés successivement par les Compagnies qui ont éclairé Paris.

2° Des dessins lavés à l'effet à l'échelle de $1/_{20}$ de l'usine à gaz d'Ivry, créée en 1836, et reconstruite entièrement en 1876 et 1877;

3° Des modèles d'appareils divers, employés dans les usines à gaz. Nous aurons occasion de revenir sur quelques-uns de ces appareils en étudiant les perfectionnements apportés dans l'industrie du gaz depuis 1867;

4° Des dessins lavés à l'effet à l'échelle de $1/_{20}$ de l'usine de traitement des goudrons, créée à La Villette, et reconstruite entièrement depuis 1861 ;

5° Des dessins des ateliers de traitement des eaux ammoniacales, annexés aux usines à gaz de La Villette, de Saint-Mandé et de Vaugirard. Nous examinerons aussi les perfectionnements apportés dans cette branche accessoire, mais néanmoins très-importante ;

6° Des produits dérivés du goudron et de l'eau ammoniacale. Des produits intermédiaires et de matières colorantes obtenues par la transformation des sous-produits dérivés de la distillation de la houille. La Compagnie parisienne ne fabrique pas les matières colorantes, mais la collection qu'elle a mise sous les yeux du public a permis de juger la variété des produits que la science est parvenue à extraire du goudron de houille.

7° Des dessins à l'échelle de $1/_{20}$ des ateliers de traitement du coke, annexés aux usines à gaz ;

8° Des échantillons de coke de cornues, de coke de fours, de graphite et d'agglomérés de poussier de coke ;

9° Les différents types d'appareils de chauffage au coke construits dans les ateliers de la Compagnie ;

10° Des dessins à l'échelle de $1/_{20}$ d'une installation de colonnes montantes dans l'intérieur des maisons pour l'éclairage et le chauffage des appartements.

11° Différents types de robinets extérieurs pour abonnés ;

12° Des dessins à l'échelle de $1/_{20}$ des ateliers de briqueterie de La Villette ;

13° Des spécimens de grandeur naturelle des machines à gaz des systèmes Lenoir, Otto et Langen (verticale), et Otto (horizontale).

Enfin, l'extérieur du pavillon était orné d'une marquise de chaque côté, qui abritait ;

1° Sur le quai de droite, les procédés et objets employés par la Compagnie, pour réparer, remplacer et raccorder entre elles des conduites de tout diamètre, sans emploi du feu, sans interruption de l'éclairage et sans danger pour les ouvriers ;

2° Sur le quai de gauche, les types divers de produits réfractaires fabriqués à la briqueterie de la Compagnie, fondée en 1861 à l'usine de La Villette.

L'on comprend que nous ne puissions décrire en détail tous les appareils que nous venons d'énumérer. Nous avons seulement voulu montrer, par cette nomenclature, la multitude d'bojets qu'embrasse l'industrie du gaz, nous réservant d'étudier spécialement ceux qui présentent un intérêt particulier par leur nouveauté. M. d'Hurcourt a, en effet, donné dans les *Études sur l'Exposition de 1867*

un tableau très-fidèle de l'état de l'industrie du gaz à cette époque, et il suffira au lecteur de se reporter à ce travail pour avoir une idée exacte de la fabrication du gaz. Nous voulons signaler les perfectionnements apportés depuis cette époque, et nous aurons besoin pour cela de parcourir un grand nombre de classes du catalogue, car, ainsi que nous l'avons dit, les appareils employés dans les usines à gaz sont à la fois du domaine de la physique, de la chimie, de la mécanique et de la construction.

Pour procéder avec ordre, nous étudierons le matériel des usines à gaz en commençant par les fours à cornues qui sont l'appareil le plus important de la fabrication.

Fours à gazogène et récupérateurs. — Le plus grand perfectionnement qui ait été apporté dans les usines à gaz est certainement le chauffage des fours par les combustibles gazeux, et la récupération de la chaleur perdue. Il intéresse au plus haut point l'économie de la fabrication, puisque le coke est le sous-produit le plus important de la distillation de la houille. Les fours à gazogène et récupérateurs étaient déjà connus en 1867, mais ils n'étaient encore appliqués qu'à la Compagnie parisienne et sur une très-petite échelle. Les principes sur lesquels ces fours sont construits sont dûs en grande partie aux beaux travaux d'Ebelmen, mais ce sont les frères Siemens qui en firent les premiers l'application en 1861, à l'usine à gaz de Westminster (Chartered gas Company de Londres), et ce sont également eux qui en introduisirent l'usage à l'usine à gaz de Vaugirard (Compagnie parisienne).

La distillation de la houille doit s'opérer à une température élevée. D'un autre côté, 1 kilogr. de combustible développe, par sa combustion complète, un certain nombre de calories qui forment ce qu'on appelle son pouvoir calorifique, et quelle que soit la manière dont on brûle ce combustible, la quantité totale de chaleur produite ne change pas ; mais il n'en est pas de même pour la température obtenue. Or, lorsqu'on brûle un combustible dans un foyer ordinaire, il est indispensable, pour obtenir une combustion parfaite, d'introduire un excès d'air assez considérable et par conséquent de chauffer une grande quantité de gaz inertes, ce qui abaisse la température des produits de combustion. En outre, le foyer doit être ouvert à de fréquents intervalles pour l'introduction du combustible et le décrassage du foyer, ce qui permet l'introduction de l'air froid dans le four.

Le chauffage par les combustibles réduits à l'état gazeux remédie à tous ces inconvénients ; ce système, connu sous le nom de *chauffage au gaz*, consiste à transformer les combustibles solides en gaz dans un foyer spécial, appelé gazogène ou générateur, et les gaz combustibles produits sont dirigés dans le four à chauffer, où ils rencontrent l'air nécessaire à leur parfaite combustion. En outre, cet air est préalablement chauffé par la chaleur des produits de combustion qui quittent le four pour se rendre dans la cheminée.

Il est bien plus facile de régler la quantité d'air nécessaire pour la combustion d'un gaz que pour celle d'un solide. En outre, la combustion des gaz ne laisse aucun résidu solide, de sorte qu'il n'y a pas besoin d'ouvrir le four, ce qui évite les rentrées d'air froid. Enfin la suppression du foyer permet de réduire le volume intérieur du four au minimum, ce qui diminue les pertes de chaleur par rayonnement et conductibilité.

Nous avons dit que la distillation de la houille devait s'opérer à une température élevée; mais la chaleur produite dans le four doit traverser les cornues pour arriver jusqu'à la houille, et l'on sait que la quantité de chaleur transmise à travers une paroi est proportionnelle à la différence des températures auxquelles sont maintenues les deux faces, toutes choses égales d'ailleurs, et il faut

que cette quantité de chaleur transmise soit égale à celle qui est absorbée par la gazéification de la houille et emportée par les produits de cette gazéification. Par conséquent, plus la température du four sera élevée, plus la quantité de chaleur transmise à l'intérieur des cornues sera considérable; on augmentera donc l'effet utile du combustible en le brûlant dans des conditions telles que les produits de la combustion soient à une température plus élevée.

Pour fixer les idées, 1 kilogr. de carbone produit par sa combustion complète 8,080 calories. En le brûlant sur une grille avec une quantité d'air supérieure de 50 % à celle nécessaire pour la parfaite combustion, la température théorique des produits de la combustion sera de 1,855°. Si, au contraire, on transforme d'abord ce kilogramme de carbone en oxyde de carbone arrivant dans le four à une température de 900°, et brûlé avec la même quantité d'air, mais portée à 1,000°, la température théorique sera de 2,650°.

Il existe différents systèmes de fours à gazogène et récupérateurs de chaleur. Celui de Siemens est appliqué à la Compagnie parisienne, et l'on en voyait un joli modèle dans le pavillon spécial de cette Compagnie. Le gazogène n'est pas soufflé ; on utilise la chaleur que possède le gaz au sortir du générateur pour lui donner la pression nécessaire à son écoulement jusqu'aux fours et aux récupérateurs. Si le générateur est à un niveau inférieur à celui du four, cette pression résulte naturellement de la diminution de densité dûe à la température des gaz; si le générateur est à peu près au niveau du four, on obtient la pression voulue au moyen d'un tube refroidissant. A cet effet, les gaz chauds sont conduits à une hauteur de 4 à 4^{m},50 au-dessus du sommet du générateur par un carneau vertical en briques, afin d'éviter les pertes de chaleur; ils passent ensuite dans un tuyau horizontal en tôle où ils se refroidissent, ce qui augmente leur densité, puis ils redescendent par un tube vertical. Le système forme donc un véritable syphon. Les gaz s'échauffent de nouveau en traversant les récupérateurs. On peut objecter avec raison qu'il y a une perte de chaleur dans le refroidissement des gaz sortant du générateur ; mais cette perte est moindre que le gain qu'on obtient en utilisant la chaleur perdue des produits de la combustion pour chauffer l'air comburant.

Pour récupérer la plus grande partie de la chaleur emportée par les produits de la combustion à leur sortie du four, les gaz brûlés sont dirigés, dans le système Siemens, dans des chambres remplies de briques entretoisées et disposées de manière à former un nombre considérable de passages à claire-voie et à grandes surfaces; en traversant ces chambres de haut en bas, les produits de la combustion y abandonnent la plus grande partie de leur chaleur aux briques qu'elles renferment. Lorsque les briques du haut ont atteint à peu près la température des gaz brûlés, ceux-ci sont dirigés, au moyen d'un renversement opéré par des valves, dans d'autres chambres, tandis que la chaleur emmagasinée dans les premières est utilisée pour échauffer l'air ou les gaz combustibles, qui y arrivent de bas en haut.

La disposition adoptée par la Compagnie parisienne à son usine d'Ivry, et dont un modèle en bois existait dans le pavillon spécial de la Compagnie au Champ-de-Mars, est représentée (Pl. I). Les chambres de régénération sont au nombre de deux, qui s'ouvrent alternativement, c'est-à-dire que, pendant que l'une est parcourue de haut en bas par les produits de la combustion, qui lui cèdent leur chaleur, l'autre est parcourue en sens inverse par l'air qui reprend cette chaleur.

Malheureusement, ce système est assez compliqué en raison de la nécessité de manœuvrer à des intervalles réguliers et assez rapprochés les valves de renversement. Chaque chambre contient environ 60 kilogr. de briques par kilogramme de coke brûlé entre deux renversements, et ces briques étant disposées

de manière à former à peu près autant de vides que de pleins, on trouve qu'il faut que chaque chambre ait une capacité de 70 décimètres cubes par kilogramme de coke brûlé par heure, si les renversements ont lieu toutes les heures.

Pour éviter la nécessité de renverser à de fréquents intervalles le sens du courant des produits de la combustion et de l'air, M. Ponsard et M. Lencauchez ont établi des récupérateurs par transmission, dans lesquels les produits de la combustion suivent toujours la même direction en échauffant des briques creuses dans lesquelles l'air circule en sens inverse. C'est donc un véritable calorifère, et, quant à sa disposition, elle peut varier à l'infini, mais elle doit satisfaire à des conditions multiples. Il faut d'abord que la condensation ne soit pas trop dispendieuse et que les briques ne soient pas exposées à se disloquer sous l'influence des dilatations, ce qui établirait une communication directe entre les produits de la combustion et l'air. Le fer et la fonte doivent donc être proscrits, à cause de leur différence de dilatabilité avec les produits réfractaires. Enfin, les passages de fumée doivent être faciles à visiter et à nettoyer, même en marche.

Les planches II et III indiquent quelques dispositions usitées pour récupérateurs.

Légendes explicatives des planches II et III.

La planche II représente un four a 8 cornues de la Compagnie du gaz de Dessau chauffé à l'oxyde de carbone. L'oxyde de carbone produit dans le gazogène pénètre par l'ouverture *a*, dans les canaux *b*, qui l'amènent dans l'axe de chacun des deux fours alimentés par le gazogène. L'oxyde de carbone s'échappe du canal *b*, par les orifices *c* des bruleurs *u* et rencontre à sa sortie l'air chaud venant du canal *d* qui s'échappe par les orifices *e* ménagés dans les bruleurs. L'air froid est introduit dans le four par les deux cheminées *f* et les canaux *g* et *d*. Les produits de la combustion sortent par les canaux *h* et gagnent la cheminée traînante *t*. *ll* sont des regards; *mm*, les ouvertures du gazogène pour l'accès de l'air et le décrassage.

La planche III représente un four à 6 cornues, construit par M. Monnier, à Rostoff, *a*, est le tampon de chargement du gazogène; *b*, un regard formé par un tampon, en fonte; *c*, la porte du foyer; *d*, la porte du cendrier; *e*, une pièce de fonte servant à l'introduction de l'air et de l'eau dans le gazogène; *f*, des ouvertures munies de tampons pour le passage des faux barreaux pendant le décrassage; *h*, une pomme d'arrosoir servant à l'extinction des cendres provenant du décrassage; *k*, le canal d'oxyde de carbone; *l* les orifices de sortie de l'oxyde de carbone; *m* les orifices de sortie de l'air chaud; *n* l'envoi de l'air froid dans le récupérateur; *o* des chicanes forçant l'air froid à passer successivement dans les rangées de tuyaux; *p* les orifices mettant en communication les dernières rangées de tuyaux avec la chambre *q* alimentant les orifices d'entrée *m* de l'air chaud dans le four. Les produits de la combustion sortant du four par les deux canaux *r* débouchent par les orifices *s*, sous la voûte du récupérateur, et après leur passage entre les tuyaux du récupérateur, rejoignent la cheminée traînante *t* par l'orifice à registre *a*.

La qualité des produits réfractaires joue un grand rôle dans ce genre de constructions, comme d'ailleurs dans tout ce qui a rapport aux fours à gaz, et nous citerons parmi les principaux fabricants qui ont obtenu des récompenses méritées, MM. Cliff and Sons, en Angleterre; la Société des produits réfractaires de Saint-Ghislain, en Belgique; et enfin, en France, la Compagnie parisienne; M. Bousquet, de Lyon; MM. Müller et Cie, à Ivry.

La conduite des gazogènes et des fours à récupérateurs demande une certaine expérience, et surtout leur mise en train, qui, si elle n'est pas faite avec les précautions voulues, peut amener des explosions. Quant à la marche des fours, une fois allumés, il faut surtout éviter la température trop élevée qui peut amener la fusion des briques et la destruction des cornues. On peut même dire que ce sont ces craintes d'accidents qui empêchent encore aujourd'hui

beaucoup d'usines à gaz d'adopter le système des fours à gazogène et récupérateurs, et c'est contre ces craintes que nous voulons dire quelques mots. Il est évident que dans les foyers ordinaires on n'a rien de pareil à redouter et que les seuls inconvénients sont, ou de ne pas obtenir une température assez élevée ou de brûler une trop forte proportion de combustible ; mais ces inconvénients, qui sont peu de chose pour le directeur routinier et indifférent, sont de premier ordre pour celui qui est intelligent, cherche le progrès et tend à fabriquer dans les conditions les plus économiques. C'est donc pour ce dernier que nous dirons que l'allumage des fours à gazogène et récupérateurs n'offre aucune espèce de danger lorsqu'on prend les précautions nécessaires et élémentaires, qui consistent, en somme, à ne pas envoyer l'oxyde de carbone dans le four sans y entretenir une flamme quelconque jusqu'à ce que la température soit assez élevée pour enflammer l'oxyde de carbone. Quant à la conduite du feu, il est très-facile de régler l'admission des gaz combustibles et de l'air de manière à ne pas dépasser la température voulue ; mais il faut principalement utiliser la haute température qu'il est possible d'obtenir en faisant *avaler* aux cornues tout ce qu'elles peuvent distiller et en diminuant au besoin la durée de la distillation.

Le seul point véritablement délicat dans la conduite de ces appareils est la réglementation des quantités *relatives* d'oxyde de carbone et d'air pour obtenir la marche la plus économique. Le résultat idéal serait de ne produire dans le gazogène que des gaz combustibles *sans acide carbonique*, et de brûler ces derniers dans le four avec la *quantité d'air strictement nécessaire*. Il est évident qu'en pratique il est impossible d'arriver à ce degré de perfection, mais on peut s'en rapprocher beaucoup avec un peu d'expérience, et en utilisant un appareil fort ingénieux, dû à M. Orsat, et qui permet de doser très-rapidement l'acide carbonique, l'oxyde de carbone et l'oxygène.

Appareil Orsat. — Nous allons donc nous arrêter un peu sur cet appareil, qui était exposé dans la classe 53, dans le bâtiment annexe longeant l'avenue de Labourdonnaye. Car nous considérons son usage comme indispensable à celui qui veut tirer de l'emploi des combustibles gazeux tout le parti qu'on est en droit d'en attendre, et sa simplicité le met à la portée même d'un simple contre-maître.

Il faut d'abord remarquer que, pour régler convenablement un four, on n'a pas besoin d'une précision extrême dans la détermination des éléments gazeux. Il suffit que les essais soient *comparables*, et il est plus important de pouvoir multiplier les essais que de faire une analyse exacte d'un petit nombre d'échantillons.

L'appareil de M. Orsat est basé sur les propriétés absorbantes de la potasse pour l'acide carbonique, de l'acide pyrogallique en présence de la potasse pour l'oxygène, et enfin du chlorure de cuivre pour l'oxyde de carbone. Ce sont ces trois gaz dont il importe de constater la présence et les proportions, et on néglige l'hydrogène, les hydrocarbures et la vapeur d'eau dans la plupart des cas. D'ailleurs l'hydrogène et les hydrocarbures brûlent plus rapidement que l'oxyde de carbone, et, dans un mélange qui ne contient plus d'oxyde de carbone, on peut être certain que tout l'hydrogène a été brûlé et converti en eau.

Il y a lieu de faire une remarque importante au sujet des absorbants du gaz, il importe que les liquides employés n'agissent pas par simple dissolution, mais qu'ils se combinent réellement avec le gaz absorbé ; s'il en était autrement, le gaz tendrait à s'échapper de la dissolution, suivant l'état de tension du gaz absorbable, dans l'atmosphère qui surmonte le liquide. Or, la potasse se com-

bine réellement avec l'acide carbonique, l'acide pyrogallique avec l'oxygène, et le chlorure de cuivre avec l'oxyde de carbone.

L'appareil se compose d'un tube mesureur divisé *a b* (fig. 1), entouré d'un manchon d'eau froide; ce mesureur communique par le bas au moyen d'un tube de caoutchouc avec un flacon à tubulure inférieure *f*, rempli à moitié d'eau et ouvert à l'air libre.

L'ensemble forme donc deux vases communiquants, et, en élevant ou abaissant à la main le flacon *f*, on lui fait jouer le rôle d'aspirateur ou de souffleur. En ayant la précaution de tenir le niveau de l'eau dans le vase *f* sur le même

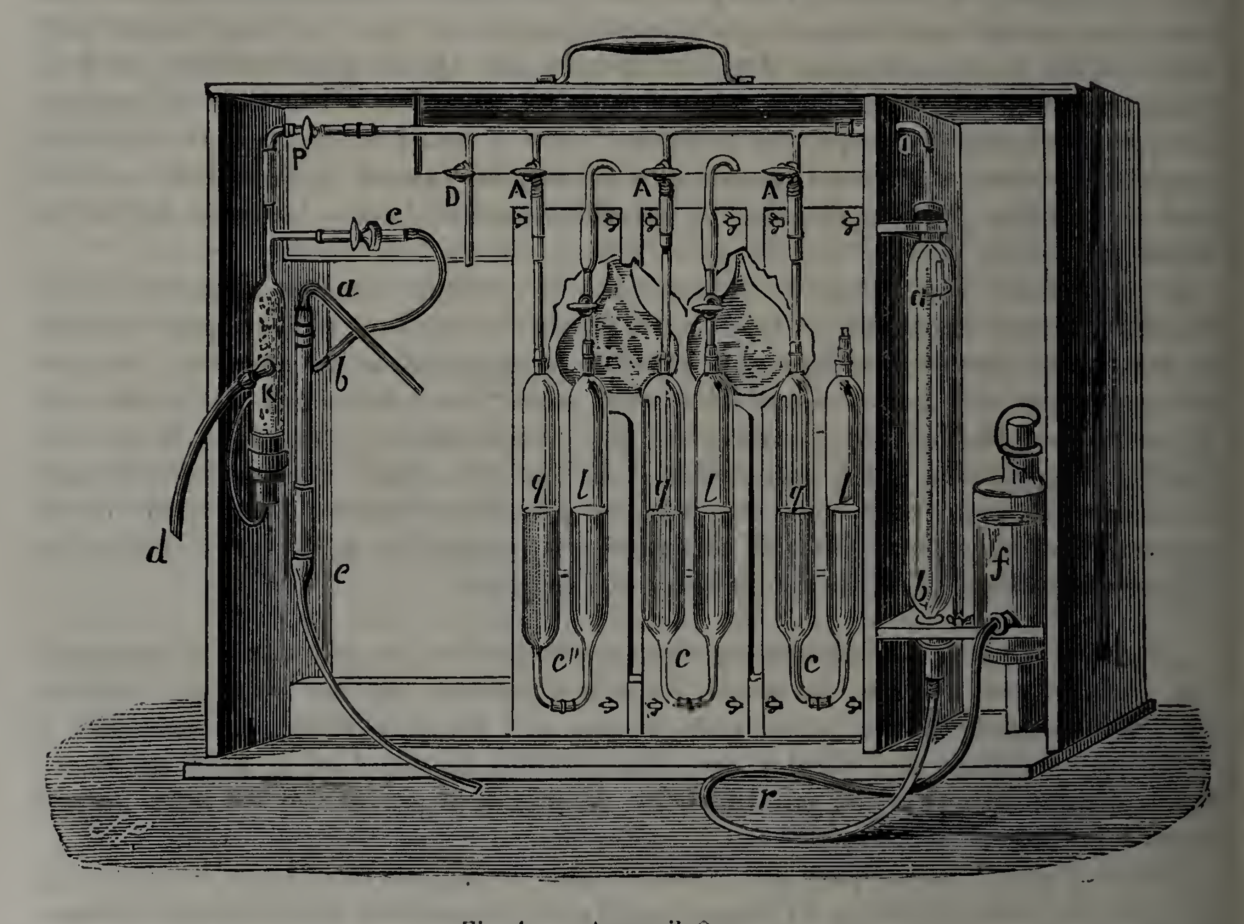


Fig. 1. — Appareil Orsat.

plan horizontal que le niveau de l'eau du mesureur, le gaz renfermé dans le mesureur est toujours à la pression atmosphérique ; le manchon plein d'eau garantit la constance de la température. Le sommet du mesureur communique avec une rampe formée d'un tube de verre capillaire, muni de trois ou quatre tubulures fermées par des robinets en verre. Le robinet P, situé à l'extrémité de cette rampe, sert à l'admission du gaz, le robinet D à l'expulsion. Les robinets A, A', A'' établissent la communication avec des tubes en U dans lesquels se fait l'absorption des gaz. Ces tubes en U sont disposés ainsi qu'il suit : leur intérieur, du côté des robinets A, A', A'', est rempli de tubes de verre ouverts aux deux bouts qui ont pour effet d'augmenter les surfaces d'absorption lorsque le gaz y est introduit. Le liquide chassé de cette première branche du tube en U passe dans la seconde, qui débouche dans l'air et permet ainsi à l'équilibre de pression de se produire au-dessus du liquide dans la seconde branche du tube en U. Si le liquide est très-altérable à l'air, comme le pyrogallate de potasse, le tube, au lieu de déboucher à l'air est terminé par un ballon en caoutchouc flasque qui renferme un peu d'air ; cet air se dépouille de son oxygène, et la manœuvre s'opère dans l'azote.

Le premier tube renferme de la potasse, le second du pyrogallate de potasse; le troisième est disposé comme suit : dans son intérieur se trouve une toile de cuivre rouge enroulée sur elle-même, qui joue le rôle physique des tubes de verre pour augmenter les surfaces, et le liquide est un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque saturé à froid et d'ammoniaque caustique. Ce liquide, en présence du cuivre, absorbe très-facilement l'oxygène de l'air et peut servir aussi au dosage de ce gaz. Dès qu'il s'est formé du chlorure de cuivre, on voit la liqueur prendre une belle teinte bleue. Une fois le sel de cuivre formé, si on l'applique à l'absorption de l'oxyde de carbone, la liqueur verdit et devient paresseuse au bout de quelque temps; il faut alors reformer le sel de cuivre par l'intervention de l'oxygène atmosphérique; et l'absorption du gaz oxyde de carbone s'opère de nouveau rapidement.

Dans bien des cas, on n'a besoin de doser que l'acide carbonique et l'oxygène, ou l'acide carbonique et l'oxyde de carbone. Alors, il suffit de mettre le premier et le troisième tube en U.

Enfin, l'appareil possède encore, à la suite du robinet P, un tube plus large rempli de coton cardé, qui sert à arrêter les fumées qui se rencontrent souvent dans les gaz analysés; en outre, pour permettre de purger la conduite qui amène les gaz à l'appareil, ce tube à fumée communique au moyen d'un robinet *c* avec une petite trompe *abc* qui permet l'aspiration des gaz pendant qu'on fait une analyse. Cette trompe se compose d'un tube de verre étiré de façon à former deux cônes d'angle inégal accolés par le sommet; au point de jonction des cônes, il y a aspiration lorsqu'on fait traverser le tube *abc* par un courant d'eau, et cela suffit pour purger la conduite. Cette conduite elle-même se compose, dans l'intérieur du fourneau, d'un tube de fer ou de porcelaine qu'on enfonce plus ou moins dans la paroi du fourneau, ou encore, pour une analyse moyenne, d'un tube muni dans toute sa longueur d'une fente mince d'environ $^1/_2$ millimètre. Au delà du tube de fer on met un réfrigérant, si on le juge utile, pour éviter de brûler le caoutchouc. Tout l'appareil est monté dans une boîte facilement transportable et qui s'ouvre sur ses deux grandes faces.

On donne aussi quelquefois à l'appareil une forme un peu différente (fig. 2), en remplaçant les tubes en U par des cloches tubulées qui plongent dans une large éprouvette pleine du liquide absorbant. Une broche en caoutchouc maintient le système, et comme le liquide est beaucoup plus abondant, il est nécessaire de le renouveler moins fréquemment. Cet appareil, étant aussi construit dans des dimensions un peu plus grandes, permet plus d'exactitude dans les lectures, mais il est un peu moins facilement transportable que le précédent.

Cela posé, voici comment fonctionne l'appareil. On purge la conduite, soit en utilisant la trompe, soit en aspirant le gaz au moyen de l'aspirateur *d* et le rejetant ensuite dans l'air par le robinet D. Lorsque le tube est suffisamment purgé, on aspire dans le mesureur un peu plus de 100 divisions (le zéro du mesureur se trouve en *a* sur le tube capillaire), puis on ferme le robinet P; on pose alors le vase *f* sur son support et l'on ouvre lentement le robinet D. L'équilibre de pression s'établit, et comme au préalable on a eu soin de remplir le vase *f* d'une quantité d'eau telle qu'étant placé sur son support, le niveau correspondant du mesureur affleure exactement au trait 100, on a ainsi mesuré 100 divisions à la pression et à la température ambiante. (Il est prudent de prendre ainsi primitivement quelques divisions de plus afin d'éviter l'influence des dépressions produites dans certains fours.) Fermant le robinet D, on ouvre alors le robinet A et l'on élève le flacon *f*, le gaz passe dans le premier tube. On évite que le liquide monte jusque dans les tubes capillaires en tenant le caoutchouc *r* de la main gauche; en pressant ce tube on règle de la manière

la plus simple l'ascension et la descente des liquides. De la cloche, on fait repasser le gaz dans le mesureur en abaissant l'aspirateur et l'on répète deux ou trois fois la même manœuvre. On ramène alors le liquide du tube en U au repère marqué sur sa tige qui forme le zéro, on ferme le robinet A, puis on mesure le gaz restant en ayant soin de lever avec la main le flacon *f*, de façon que les niveaux du liquide dans le mesureur et dans l'aspirateur soient sur un même plan horizontal. On passe ensuite au second tube, et au troisième si l'appareil est à trois tubes, en notant chaque fois les diminutions de volume. La manœuvre se fait de la même façon.

Les trois liquides absorbants sont très-alcalins, et de plus, le chlorhydrate

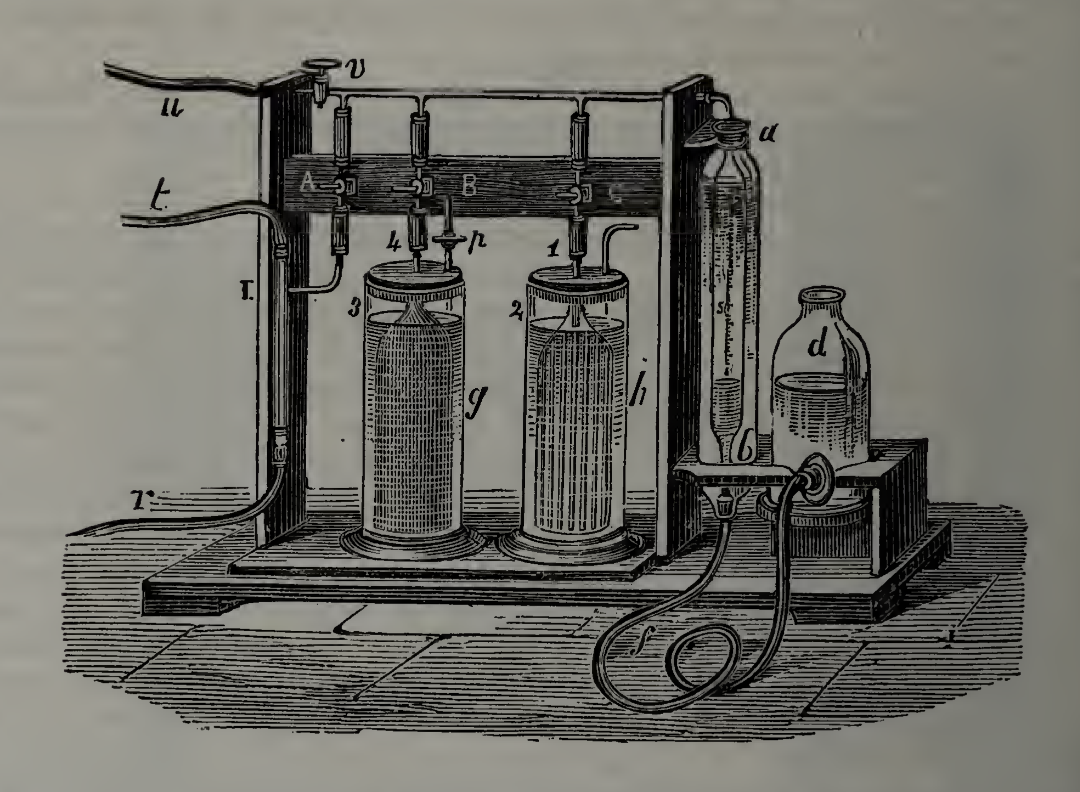


Fig. 2. — *a b*, tube gradué servant de mesureur, le zéro de la division est en *a*. *v*, robinet d'admission des gaz; *d*, flacon aspirateur; *f*, tube de caoutchouc reliant le mesureur a l'aspirateur; *h*, éprouvette à potasse; 2, trait de diamant pour le remplissage de l'éprouvette à potasse; 1, zéro de la cloche à potasse; C, robinet de la cloche à potasse; *g*, éprouvette à chlorhydrate ammoniacal; 3, trait de diamant pour le remplissage de l'éprouvette *g*; 4, zéro de la cloche à cuivre; B, robinet de la cloche à cuivre; *p*, robinet de communication de l'éprouvette à chlorhydrate avec l'atmosphère; I, robinet d'expulsion des gaz; *t*, tuyau d'admission d'eau pour la manœuvre de latrompe; *r*, tuyau d'évacuation d'eau de la trompe; *u*, tuyau d'aspiration des gaz.

ammoniacal a une tension de gaz ammoniac qu'il faut neutraliser; à cet effet, on acidule l'eau du flacon D. Si, par accident, le liquide alcalin s'introduisait dans les tubes capillaires, le lavage de ces tubes avec le liquide acide D est le meilleur moyen de les nettoyer, ce qui est indispensable, car la prise d'essai serait faussée. Les espaces capillaires sont négligés dans la mesure des volumes, mais cela a peu d'importance, car la section du tube mesureur est 2 à 300 fois plus forte que celle du tube capillaire.

La vapeur d'eau que peut renfermer le gaz s'est condensée dans le trajet du four à l'appareil et pendant le refroidissement, de sorte que les gaz sur lesquels on opère sont toujours saturés de vapeur d'eau, ce qui n'altère pas les proportions relatives des éléments non condensables, et l'analyse s'exécute avec assez de rapidité pour que la solubilité de ces mêmes gaz dans le liquide de l'aspirateur puisse être négligée. D'ailleurs toutes les conditions de température, de pression et d'état hygrométrique étant sensiblement les mêmes, les résultats sont immédiatement comparables sans avoir à leur faire subir de corrections.

Un gazogène en bonne marche renferme de 0 à 3 % d'acide carbonique et de 16 à 21 % d'oxyde de carbone. Les gaz de la combustion contiennent de 15 à 19 % d'acide carbonique et de 0 à 4 % d'oxygène ; ils ne doivent pas renfermer d'oxyde de carbone.

Il est bon de s'assurer de temps à autre du bon fonctionnement de l'appareil Orsat en analysant un gaz de composition connue, de l'air, par exemple, qui doit accuser 21 % d'oxygène, ou bien un mélange à volumes égaux d'air et d'acide carbonique pur produit chimiquement. On peut d'ailleurs faire 1,500 à 2,000 analyses avec les mêmes dissolutions.

Nous le répétons, cet appareil est très-précieux et nous le considérons comme indispensable dans la conduite des fours à gazogène et récupérateurs; les indications donnent en très-peu de temps les causes d'une marche anormale et les moyens d'y remédier.

M. Orsat a obtenu une médaille d'or.

Pyromètre Siemens. — Un autre appareil très-ingénieux et très-savant a été exposé par MM. Siemens frères, dans la section anglaise (classe 65). C'est un pyromètre électrique, permettant de déterminer les températures avec une précision très-grande et d'une manière continue. Cet appareil est encore peu connu, malgré les grands services qu'il est appelé à rendre dans l'industrie, et il n'est guère employé que dans quelques établissements métallurgiques. Nous serions heureux d'en avoir facilité l'introduction dans les usines à gaz.

Le pyromètre de Siemens est basé sur l'accroissement qu'éprouve la résistance électrique d'un conducteur métallique de longueur et de section données, quand on l'échauffe. Il convient à la détermination des plus basses comme des plus hautes températures, et peut être placé à une distance quelconque de l'observateur auquel il transmet électriquement ses indications. La méthode employée par Siemens consiste donc à soumettre une hélice d'un fil métallique, cuivre ou platine, par exemple, à la température à déterminer, et à mesurer, à l'aide d'un dispositif rhéométrique approprié, sa résistance électrique, d'où l'on déduit par le calcul ou une table construite d'avance la température inconnue correspondante. Pour arriver à l'application de cette méthode, il fallait connaître exactement la loi de la variation de la résistance dans le métal employé, et, pour faire un instrument pratique, il fallait trouver des dispositions propres à protéger efficacement l'hélice thermométrique contre les causes de destruction, qui peuvent agir sur elle aux températures où elle est portée, à l'introduire aisément dans une portion du circuit déterminée, et enfin à déduire, sans calculs compliqués, la température cherchée des indications fournies par l'instrument. Le cadre que nous nous sommes tracé ne nous permet pas de donner la théorie complète du pyromètre Siemens.

Disons seulement que, dans tous les métaux, la résistance électrique augmente quand la température s'élève, et que cet accroissement suit une marche très-régulière. Siemens a fait de nombreuses expériences sur les principaux métaux, et en particulier sur le platine qui, par son inaltérabilité et son haut point de fusion, répondait particulièrement au but qu'il se proposait. En outre, il existe des méthodes très-exactes pour mesurer les résistances électriques.

La circonstance qui amena les premières recherches de Siemens dans la voie que nous avons indiquée mérite d'être rapportée.

« A l'époque, dit-il, où furent construites les premières lignes télégraphiques sous-marines, on vit souvent le conducteur isolé, qui était en parfait état lors des essais faits au cours de la fabrication, devenir bientôt défectueux; et, en examinant les câbles ainsi mis hors de service, on reconnut que l'âme métallique, cheminant au sein de son enveloppe de gutta-percha, avait percé celle-ci

de manière à faire saillie à la surface. Un pareil phénomène ne pouvait guère être attribué à quelque accident, arrivé, par exemple, pendant les soudures des bouts de câble ; il se serait au contraire expliqué sans peine, si le câble eût été soumis à une température suffisante pour ramollir ou fondre la gutta-percha, c'est-à-dire supérieure à 38° centigrades environ.

« En 1860, alors que j'étais chargé par le gouvernement anglais de diriger les essais électriques du câble télégraphique de Malte à Alexandrie pendant sa fabrication et sa pose, je vins à penser qu'il pouvait se développer spontanément, dans une masse considérable de câble enroulé, soit dans l'usine, soit à bord, une chaleur suffisante pour produire les effets dont j'ai parlé, par l'effet des réactions qui ont leur siége dans le fil de chanvre et le fil de fer humides composant l'armature. En cherchant par quel moyen on pourrait observer cette élévation de température au sein de la masse, mon attention se porta sur la propriété que possèdent les conducteurs métalliques d'offrir au passage d'un courant une résistance plus grande quand ils sont échauffés. Un appareil fondé sur l'observation de ce phénomène offre l'avantage évident de pouvoir être placé en un point quelconque, à une distance quelconque de l'instrument rhéométrique auquel il transmet à tout moment ses indications, sans qu'il soit nécessaire de le déranger ni d'en approcher pour faire les observations. En conséquence, je préparai des bobines de fil de cuivre fin isolé, d'une résistance déterminée, protégées par un tube de fer hermétiquement fermé et laissant passer de gros fils conducteurs soudés aux deux extrémités de la bobine. Ces bobines furent placées en divers points de la masse du câble, à mesure qu'on le mettait dans la cale du bâtiment, et les conducteurs correspondant à chacune d'elles furent conduits jusqu'à la chambre d'essai. L'expérience justifia ces précautions, qui permirent de sauver ce câble, et plusieurs autres depuis, d'une destruction inévitable. En effet, bien que les couches extérieures restassent froides, jusqu'aux profondeurs qu'on pouvait atteindre avec un thermomètre à mercure, les couches profondes de cette énorme masse accusèrent bientôt une élévation de température qui avait atteint 36°,7 quand l'essai officiel fut fait. Quelques degrés de plus, et l'isolement du conducteur était anéanti ; en conséquence, je demandai qu'on l'inondât rapidement d'eau froide, ce qui fut fait, non sans une vive opposition de la part des assistants incrédules ; et, en effet, lorsque, à coups de pompe, on eut versé sur le câble l'eau de la Tamise, qui était à ce moment couverte de glace, on la vit sortir à la température de 25°,5, ce qui démontrait amplement l'exactitude des renseignements fournis par les indications électriques. »

Encouragé par ces résultats, M. Siemens pensa à généraliser l'application de ce procédé thermométrique et imagina diverses dispositions, appropriées à la détermination des températures basses et des températures élevées. Nous ne décrirons que celles relatives à ces dernières, qui seules sont intéressantes à connaître dans les usines à gaz.

Le noyau de l'appareil (fig. 3) est formé par un cylindre de porcelaine réfractaire, creusé sur une partie de sa surface BB d'un double sillon héliçoïdal, et muni de deux rebords saillants destinés à le maintenir en place dans l'axe de son enveloppe protectrice. Le double sillon aboutit de part et d'autre à deux trous a, a', b, b', qui traversent ces rebords. Deux fils très-fins de platine, partant respectivement des trous a, a', sont enroulés parallèlement, en suivant le fond des deux gouttières qui empêchent tout contact entre les tours de spire successifs, passant par les trous b, b', et sont ensuite soudés à deux fils de platine de plus gros diamètre, isolés l'un de l'autre dans un double canal longitudinal creusé dans le prolongement BA du cylindre. A leur sortie en A, ceux-ci sont à leur tour soudés à des conducteurs de cuivre, qui servent à introduire

l'hélice dans un circuit électrique ; un troisième fil semblable, dont nous indiquerons bientôt l'usage, est soudé à l'un des deux précédents, et tous trois sont assemblés de manière à former un petit câble qui peut avoir une longueur quelconque.

A l'autre extrémité, en a, a', les bouts des fils fins sont fortement tortillés, ou mieux fondus ensemble à l'aide du chalumeau à gaz oxyhydrique. Cette disposition permet de faire varier dans une petite étendue la longueur effective de la spirale de platine, et de lui donner exactement la résistance désirée.

La bobine pyrométrique ainsi construite, est placée dans une enveloppe cylindrique de platine, qui se prolonge, au-delà de A, par un long tube de fer servant de poignée. Les trois conducteurs de cuivre sont isolés à l'intérieur de ce tube par des fragments de tuyaux de pipe ordinaire qui entourent chacun d'eux, et aboutissent enfin à trois bornes extérieures qui permettent de les mettre en communication avec un câble d'une longueur quelconque.

Aux températures basses, la porcelaine sur laquelle s'appuie la spirale est parfaitement isolante ; mais dans les corps mauvais conducteurs, à l'inverse de

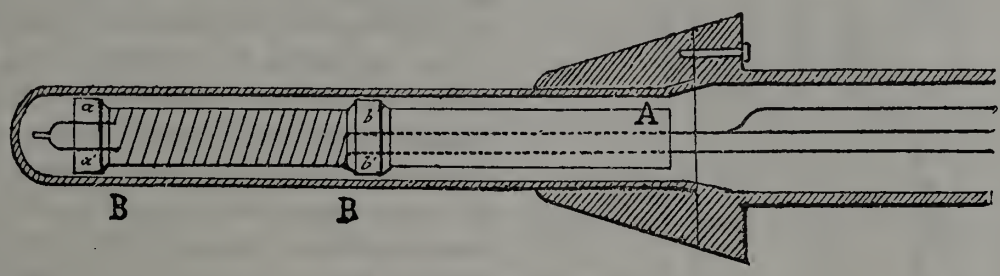


Fig. 3. — Bobine pyrométrique.

ce que l'on observe pour les métaux, la conductibilité croît rapidement à mesure que la température s'élève. Toutefois, les essais faits par Siemens démontrent que la dérivation qui peut s'établir au travers de la masse de la porcelaine est complétement négligeable tant que celle-ci n'est pas portée au rouge blanc, et n'acquiert une importance sensible que pour les températures les plus élevées : l'instrument a alors une tendance à donner des indications trop faibles.

Pour se servir de ce pyromètre, il est nécessaire de connaître d'avance la loi de l'accroissement de la résistance dans le fil qui en constitue l'organe essentiel. Cette loi ayant été déterminée par des expériences préliminaires, et l'appareil étant en quelque sorte gradué, il suffit de plonger l'extrémité qui renferme la bobine dans l'enceinte dont on veut connaître la température, et, après quelques minutes, de mesurer sa résistance pour en déduire l'inconnue cherchée. Nous n'indiquerons pas les dispositions rhéométriques qui permettent d'exécuter rapidement cette opération ; cela nous conduirait trop loin ; mais nous allons indiquer un autre procédé qui supprime le galvanomètre, et le remplace par un instrument moins coûteux et moins délicat, dans lequel toute l'opération se réduit à la mesure de volumes gazeux, et qui peut être mis entre les mains de personnes peu habituées aux expériences électriques. Au lieu de mesurer les courants par leur action électro-magnétique, M. Siemens a recours à leur action chimique. Faraday a trouvé que la quantité d'un électrolyte quelconque, décomposée en un temps donné par un courant qui le traverse, est proportionnelle à l'intensité de ce courant. Il suffirait donc de faire aboutir les fils conducteurs à un voltamètre et de déterminer la quantité de gaz produite par la décomposition de l'eau. Mais il y a lieu de faire une observation importante. Si le point dont on veut mesurer la température est situé à une distance considérable du lieu où se trouvent le voltamètre et la pile, les fils conducteurs qui font communiquer avec ces appareils la bobine thermométrique ont forcément

une grande longueur; la résistance qu'ils introduisent dans le circuit n'est pas négligeable, et elle subit l'influence de tous les changements de température qui peuvent affecter ces fils eux-mêmes; c'est donc une résistance variable et inconnue qui vient s'ajouter à celle de la bobine. C'est pour parer à cet inconvénient et faire disparaître cette cause d'erreur qu'on ajoute aux deux fils A et B un troisième fil semblable B′ soudé au fil B, près de l'extrémité de l'hélice thermométrique, et l'on emploie la méthode différentielle (1).

Supposons donc que les deux courants divisés de la pile traversent deux voltamètres remplis d'eau acidulée. Cette eau sera décomposée et les volumes de gaz dégagés dans ces deux voltamètres, dans un même temps, seront proportionnels aux intensités effectives des deux courants. Mais celles-ci étant elles-mêmes en raison inverse des résistances des circuits correspondants, il sera facile de mesurer le rapport de ces résistances par les volumes de gaz dégagés de part et d'autre. Tel est le principe du voltamètre différentiel.

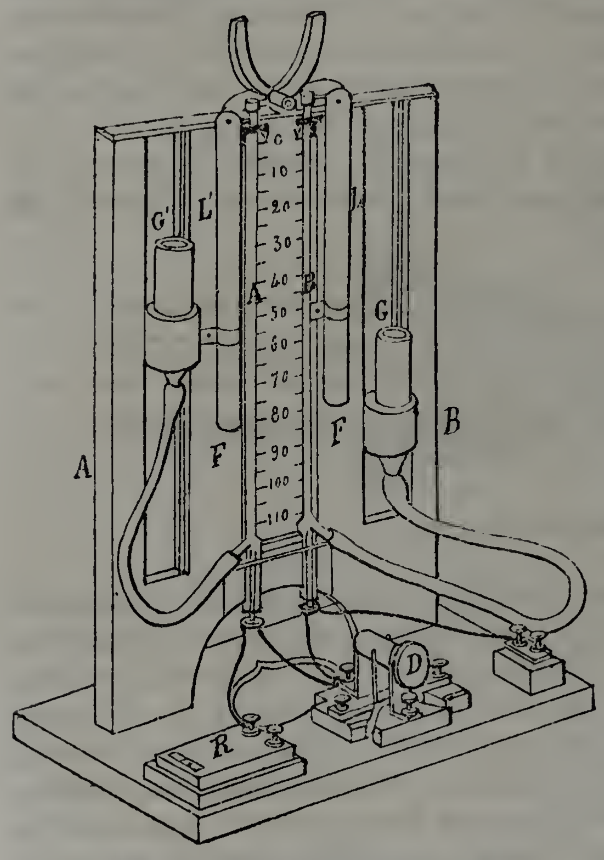


Fig. 4. — Voltamètre différentiel.

Cet appareil se compose de deux tubes de verre semblables A et B (fig. 4), de $2^{mm},5$ de diamètre, régulièrement calibrés, fixés verticalement à un support de bois F, et munis chacun d'une échelle divisée en millimètres. Leur extrémité inférieure, plus large et ayant 6 millimètres environ de diamètre, est fermée par un bouchon de bois imbibé de paraffine et traversé par deux fils de platine dont les extrémités effilées dépassent de 25 millimètres le niveau du bouchon; ces pointes forment les électrodes voltamétriques. Cette extrémité inférieure communique en outre latéralement par une petite tubulure et un tube de caoutchouc, avec un réservoir mobile de verre G, G′, pouvant glisser à volonté et se maintenir à une hauteur quelconque, le long d'une rainure pratiquée à cet effet dans le support, au moyen de ressorts de pression. Les extrémités supérieures des tubes A, B sont ouvertes; seulement deux leviers, chargés de contre-poids L, L′, sont munis de petits tampons qui sont normalement appuyés sur ces extrémités, et les ferment hermétiquement. En agissant sur les leviers, on soulève ces espèces de soupapes et on met l'intérieur des tubes en libre communication avec l'air extérieur.

(1) Le rôle de ce troisième conducteur est facile à comprendre en suivant la marche des courants (fig. 5). L'un des courants dérivés, après avoir passé par le voltamètre g, parcourt toute la longueur du fil A, traverse la bobine thermométrique T, placée au point dont on veut mesurer la température, et revient à la pile par B. Le deuxième courant traverse de même le voltamètre g', la bobine de comparaison c, toute la longueur du fil B′, et retourne à la pile avec le précédent par B. Par cette disposition, le fil B fait partie du circuit principal, et les deux circuits dérivés comprennent des longueurs égales de fils conducteurs identiques placés à côté dans un petit câble, et soumis dans toutes leurs parties aux mêmes conditions de température.

Les réservoirs étant placés au plus haut de leur course et remplis d'eau acidulée, il suffit d'établir un instant cette communication pour remplir également les deux tubes voltamétriques jusqu'à leur partie supérieure, c'est-à-dire jusqu'au zéro de leurs graduations. Sur la partie antérieure du socle de l'appareil, on aperçoit en R une boîte contenant une bobine ou mieux quelques bobines de résistance échelonnées, et en D un commutateur semblable à celui de Ruhmkorff et permettant d'interrompre à volonté le courant et d'en changer le sens.

Supposons maintenant cet appareil introduit dans le système de dérivation (fig. 5). L'un des courants traverse le voltamètre A et la résistance connue R ; l'autre, le voltamètre B et la résistance inconnue x du pyromètre. L'eau acidulée est décomposée dans les deux tubes, et les gaz s'accumulent à leur partie supérieure. Au bout de quelques instants, on interrompt le courant en tournant le bouton du commutateur, on mesure alors les volumes dégagés, après avoir pris soin d'abaisser les réservoirs G G′ jusqu'à ce que le niveau du liquide soit le même dans chacun d'eux et dans le tube correspondant.

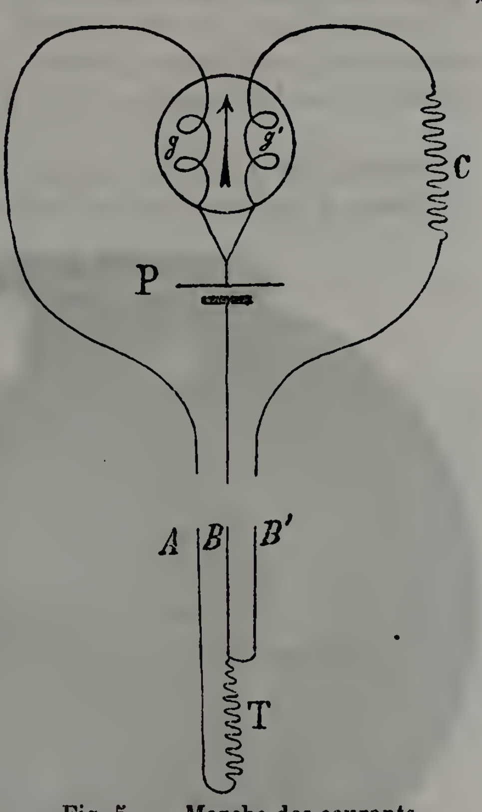


Fig. 5. — Marche des courants.

Les intensités des courants dérivés I I′ sont inversement proportionnelles aux résistances des circuits qu'ils parcourent ; pour le premier, c'est la résistance du voltamètre A, plus la bobine connue R ; pour le second, c'est la résistance du voltamètre B plus celle du pyromètre x. L'appareil est réglé de manière que les résistances des deux voltamètres soient égales ; si on les désigne par la lettre γ, on a donc :

$$\frac{I}{I'} = \frac{x+\gamma}{R+\gamma}.$$

mais les volumes V, V′ de gaz dégagés dans A et B étant dans le même rapport que les intensités correspondantes, on a aussi :

$$\frac{V}{V'} = \frac{x+\gamma}{R+\gamma};$$

d'où :

$$x = \frac{V}{V'}(R+\gamma) - \gamma,$$

formule qui donne aisément la résistance inconnue, en fonction des quantités de gaz dégagées, quand on connaît la constante γ. Celle-ci se détermine par une expérience préliminaire, dans laquelle on substitue à x une résistance connue W. L'expression précédente donne alors en γ, considérant γ comme l'inconnue,

$$\gamma = \frac{V'W - VR}{V - V'}.$$

On s'assure en outre de l'égalité entre les résistances des deux voltamètres en intercalant des résistances égales dans chacun des deux circuits ; les volumes de gaz dégagés dans le même temps doivent alors être identiques. S'il n'en

était pas ainsi, il faudrait retoucher les électrodes de platine et les enfoncer un peu plus profondément dans le tube le plus résistant.

Il est bon que la résistance R ait une valeur à peu près moyenne entre celles que l'on a intention de mesurer. Le rapport $\frac{V}{V'}$ est alors toujours peu différent de l'unité, condition favorable à l'exactitude des résultats.

Il est à peine besoin d'ajouter qu'on peut calculer d'avance une table qui donne directement les températures correspondant à toutes les valeurs du rapport $\frac{V}{V'}$ et dispense alors de tout calcul.

Les avantages de cet appareil et la simplicité de sa construction et de son maniement, méritent d'attirer l'attention et le rendent apte à des études intéressantes sur les températures des fours de distillation.

Fermetures des cornues par des tampons sans lut. — Les têtes de cornues des fours à gaz sont généralement bouchées par des tampons en fonte ou en tôle, garnis de terre à luter, et serrés contre la tête au moyen d'une vis portée par une traverse dont les points d'appui se trouvent dans des oreilles ou mentonnets fixés à la tête.

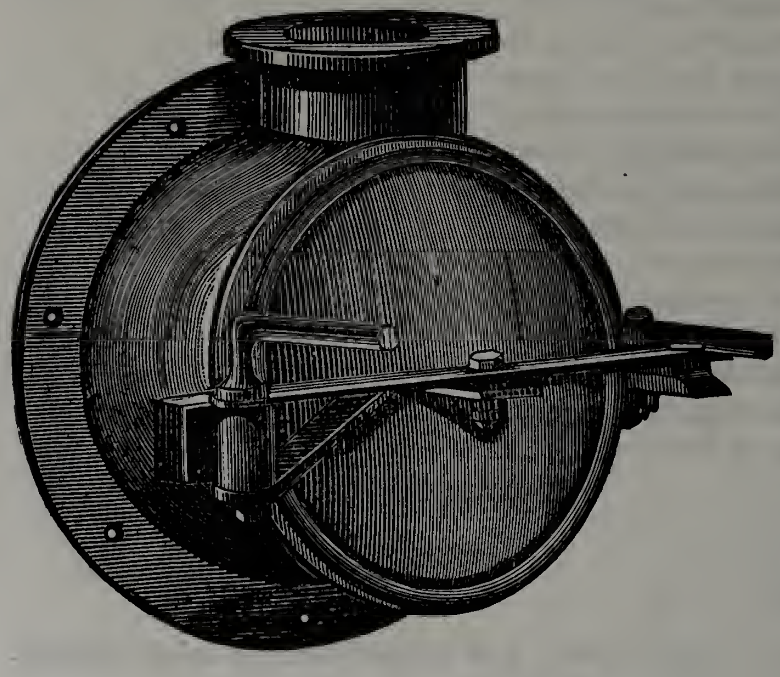


Fig. 6. — Système de fermeture (*par M. Morton*).

Un perfectionnement important a été apporté à ce système de fermeture par M. Morton, en Angleterre, où il est employé d'une manière générale, ainsi qu'en Allemagne. Mais il était peu connu en France jusqu'à ces derniers temps, et n'était guère appliqué qu'à Nantes, Boulogne-sur-Mer et Brest. La Société des hauts fourneaux de Marquise en a entrepris la fabrication, et le système commence à se répandre en France. L'exposition de cette Société en montrait quelques spécimens. Le système est d'ailleurs d'une très grande simplicité. Le bord de la tête de cornue est dressé, et le tampon, également en fonte, a son rebord en biseau et aussi parfaitement dressé, de manière à s'appliquer exactement contre le bord de la tête. Le tampon est relié à un fléau en fer ou en fonte, au moyen d'un boulon, et ce fléau est mobile autour d'une charnière située d'un côté de la tête ; l'autre extrémité du fléau vient se placer, lorsqu'on ferme la cornue, dans une ouverture pratiquée dans une oreille placée sur la tête au côté opposé à la charnière. Un excentrique joue dans cette charnière et est manœuvré au moyen d'un levier ; il tend à rapprocher le tampon de la tête, de sorte que lorsqu'ils sont appliqués l'un contre l'autre, il y a serrage, et comme les surfaces de contact sont parfaitement dressées, la fermeture est étanche.

On comprend les avantages de cette fermeture. Il n'y a plus besoin de terre à luter, qu'on ne trouve pas partout d'ailleurs, et dont il faut faire des approvisionnements qui tiennent de la place. Cette terre a besoin d'être gâchée avec

soin en enlevant les cailloux qui empêcheraient la fermeture. Les tampons n'ont plus besoin d'être enlevés à chaque charge, pour être nettoyés et garnis de terre; l'opération de la fermeture est bien plus rapide, puisque le tampon reste fixé après la cornue, tandis qu'auparavant il fallait aller le chercher après le chargement de la cornue, et que, pendant ce temps, le gaz se dégageait.

Le boulon, qui fixe le tampon au fléau ou à la traverse, est lui-même excentré de manière à permettre de rapprocher le tampon de la tête lorsqu'il s'est produit de l'usure.

Cette fermeture résiste très-bien à une pression de plusieurs mètres de hauteur d'eau, et comme la pression dans les cornues ne dépasse pas 25 à 30 centimètres quand l'usine n'a pas d'extracteur, on voit qu'elle satisfait parfaitement au but désiré.

Nous n'insisterons pas sur quelques autres perfectionnements apportés dans la construction des fours, tels que les grands diamètres donnés aux colonnes montantes, les formes spéciales données aux barillets pour en permettre le nettoyage pendant la distillation, etc., et qui, malgré leur importance, n'ont pas un caractère de nouveauté assez réel pour prendre place dans ce travail.

Nous passerons donc à l'étude des moyens de condensation, dont le type le plus nouveau et le plus parfait est certainement le condensateur Pelouze et Audouin.

Condensateur Pelouze et Audouin. — Tous les procédés employés jusqu'à ce jour pour débarrasser le gaz des vapeurs condensables qu'il entraîne avec lui au sortir des cornues, ne peuvent arriver à produire cet effet d'une manière complète, une partie de ces vapeurs se trouvant à l'état vésiculaire et nécessitant une action mécanique. Les scrubbers ou colonnes à coke, lorsqu'on leur donne des dimensions suffisantes, arrêtent bien une partie de ces produits goudronneux, mais ils sont d'une construction coûteuse et exigent un emplacement considérable. MM. Pelouze et Audouin ont imaginé un appareil, dont le principe n'est pas nouveau, car M. Daniel Colladon, de Genève, l'avait indiqué dès 1847, mais qui, par ses dispositions particulières et originales, permet d'arriver au but cherché avec des dimensions très-restreintes.

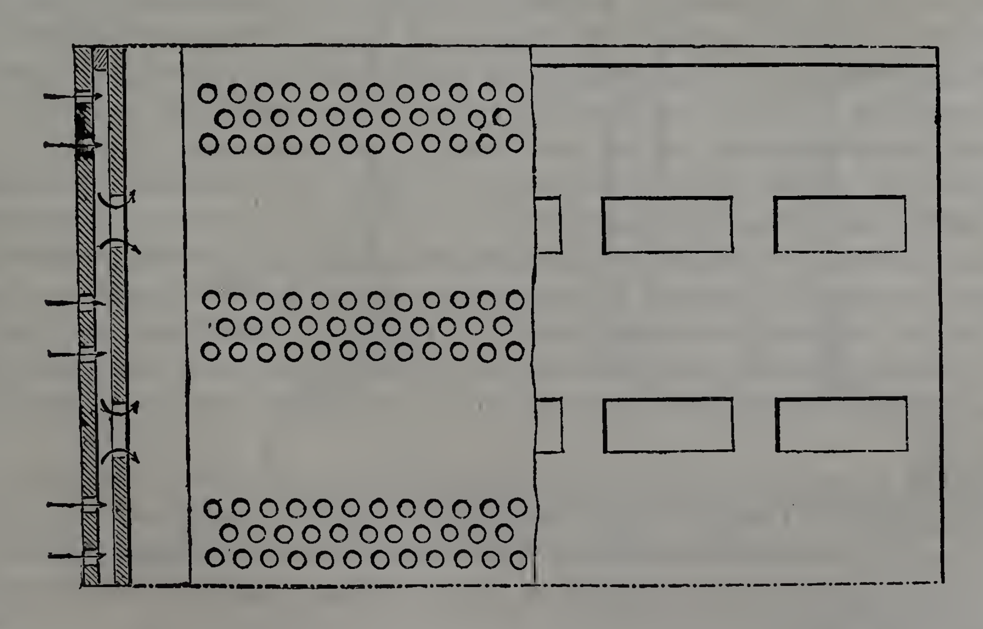


Fig. 7. — Disposition des plaques du condensateur Pelouze et Audouin.

Le procédé de MM. Pelouze et Audouin consiste à faire passer le gaz avec une grande vitesse à travers des orifices très-étroits, au sortir desquels les filets

se trouvent projetés sur une surface placée à une faible distance. Les globules en suspension s'écrasent en se soudant les uns aux autres et acquièrent un poids suffisant pour s'écouler sous forme liquide contre les parois de l'appareil.

La fig. 7 indique la disposition des plaques percées de trous.

La partie essentielle de l'appareil se compose d'une cloche de section polygonale, formée de deux parois verticales parallèles. Ces deux parois sont formées de deux plaques métalliques placées à une faible distance l'une de l'autre. La plaque intérieure est percée d'un très-grand nombre de trous très-étroits, disposés symétriquement par rapport à l'axe vertical de la cloche suivant un certain nombre de génératrices; la plaque extérieure est percée d'orifices rectangulaires plus grands, également disposés suivant des génératrices verticales équidistantes, mais de façon que les pleins de cette seconde plaque se trouvent en face des lignes de trous de la première, et les vides en face des parties pleines. Les vésicules entraînées par le gaz s'étranglent à leur passage dans les petits trous, puis se soudent et s'écrasent contre le second plan sur lequel les filets gazeux sont projetés. Le liquide coule le long de la face interne du second plan, et le gaz s'échappe par les orifices rectangulaires. La deuxième paroi de la cloche est identique à la première et n'a pour but que de compléter son action. L'action du condenseur entraîne naturellement une perte de puissance vive des molécules, qui a pour mesure la perte de charge qu'éprouve le gaz en traversant la cloche. L'expérience a prouvé qu'une perte de charge de 6 à 8 centimètres d'eau est nécessaire pour le parfait fonctionnement de l'appareil.

Les fig. 1 et 2 (pl. V) donnent en plan et en coupe l'ensemble du condensateur.

Les avantages de cet appareil sont de réduire les dépenses d'installation d'une bonne condensation, et d'augmenter le rendement en goudron et eaux ammoniacales, sans salir les matières d'épuration. Les frais d'entretien sont presque nuls, et il suffit de nettoyer de temps à autre l'appareil avec de l'eau chaude. D'ailleurs le pouvoir éclairant du gaz n'est nullement affecté. Cet appareil a été récompensé d'une médaille d'or. Son emploi serait général si le prix d'acquisition n'était un peu élevé.

Extracteurs à jet de vapeur. — L'emploi des extracteurs pour réduire à néant la pression qui a lieu dans les cornues à gaz par suite des résistances successives que le gaz éprouve par le passage dans les différents appareils, condenseurs, épurateurs et finalement par le soulèvement du gazomètre, cet emploi, dont l'avantage a été si bien démontré par Grafton dès 1839, a mis un temps très-long à se généraliser, et l'on peut voir encore de grandes usines qui en sont dépourvues, et même des directeurs qui en nient les résultats. Cependant, les usines qui en sont pourvues considèrent, avec raison, l'arrêt momentané de cet appareil comme un véritable accident de fabrication. Quant aux petites usines, tant qu'on a connu seulement les extracteurs mécaniques, nécessitant l'établissement d'une chaudière et d'une machine à vapeur, il est évident qu'elles ont dû reculer devant les frais d'installation, et surtout devant les difficultés de faire exécuter les réparations dans des villes où le plus souvent il n'y a pas de mécanicien.

Cleland et après lui Kœrting ont donc rendu un service réel à l'industrie du gaz en répandant l'emploi d'un extracteur à jet de vapeur, c'est-à-dire d'un appareil ne nécessitant aucun agencement mécanique, mais seulement une chaudière à vapeur, qui peut la plupart du temps être chauffée par les chaleurs perdues des fours à gaz.

L'invention de l'extracteur à jet de vapeur n'appartient cependant pas à Cleland ni à Kœrting. Elle est dûe sans conteste à Bourdon, l'ingénieux inventeur du manomètre qui porte son nom, et d'une multitude d'appareils qui se font

remarquer à la fois par leur principe savant et leur simplicité de construction.

Le brevet de M. Bourdon date du 30 Décembre 1848, et est ainsi conçu :

« Brevet d'invention de E. Bourdon pour des perfectionnements apportés aux « appareils à vapeur.

« Les dispositions d'or- « ganes décrites dans le « brevet constituent trois « appareils dont l'utilisation « est différente, mais qui « sont fondés tous trois sur « le principe de l'entraîne- « ment des gaz et des li- « quides par contact latéral, « au moyen d'un jet de « vapeur lancé au centre « d'un tube cylindrique ou- « vert à ses deux extrémi- « tés, et d'un diamètre plus « grand que celui du jet de « vapeur. L'appareil repré- « senté (fig. 8) se compose « de deux tubes de diamè- « tres croissants, placés à la « suite l'un de l'autre dans « le même axe.

« Le plus petit est fixé au « centre d'une enveloppe « dont l'extrémité, façon- « née en entonnoir, forme « l'embouchure du gros tube « récepteur. Deux clapets « placés à l'entrée de chaque « orifice d'aspiration, ser- « vent à empêcher le mou- « vement rétrograde du « courant entraîné, lors- « qu'on arrête l'action du « jet de vapeur.

« Un ajutage communi- « quant par un tuyau avec « une chaudière, lance la « vapeur sous forme de jet « dans le premier tube et y « produit une première aspi- « ration, puis une deuxième « en passant par le deuxième « tube; à chaque échelon, il « y a augmentation de volume, mais en même temps diminution de vitesse et « de pression.

Fig. 8. — Extracteur Bourdon.

« Un récipient en tôle enveloppe tout l'appareil et reçoit le produit des deux « tubes aspirateurs ; une tubulure de sortie, placée à l'extrémité de cette enve- « loppe, sert à diriger son contenu suivant les besoins du travail.

« *Dans les appareils de ce genre il est très-important que toute la pression*

« *existant dans la chaudière soit employée à donner au jet de vapeur son* « *maximum de vitesse d'écoulement.* »

Nous insistons sur cette condition indispensable pour la marche économique de l'appareil parce qu'elle distingue essentiellement les extracteurs construits par M. Bourdon de ceux construits par MM. Kœrting frères. En effet, dans l'appareil de M. Bourdon, le règlement du jet de vapeur a lieu au moyen d'une aiguille qui ferme plus ou moins l'orifice à l'entrée même de la vapeur dans l'extracteur, au moyen d'un régulateur actionné par la pression du gaz, tandis que dans l'extracteur Kœrting ce régulateur agit sur un papillon placé à une certaine distance de l'extracteur, d'où il résulte que la pression de la vapeur se trouve amoindrie; en outre le papillon est loin d'être aussi sensible que l'aiguille conique de M. Bourdon.

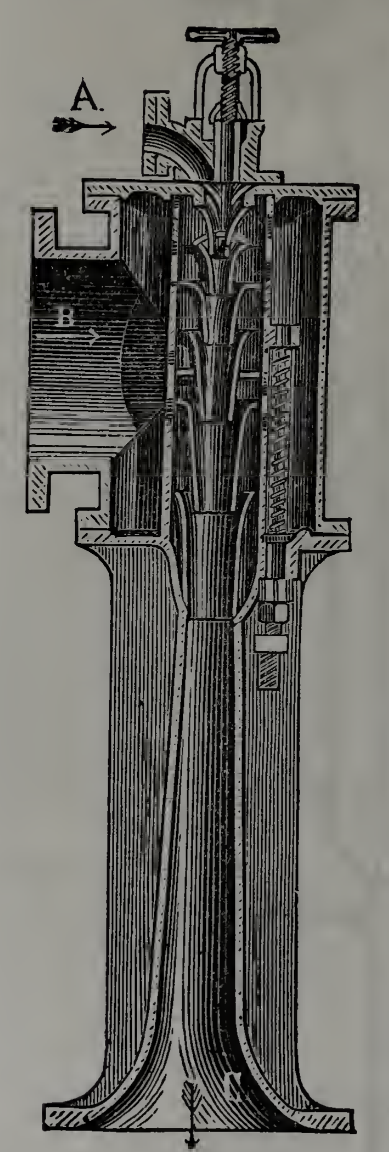


Fig. 9. — Extracteur Kœrting.

Dans l'extracteur Kœrting il y a une série de cônes qui s'emboîtent les uns dans les autres et par lesquels le gaz est dirigé, suivant qu'on veut faire varier la puissance de l'appareil, comme l'indique la fig. 9.

Dans cette figure, A est l'orifice d'entrée de la vapeur, B l'entrée du gaz et C la sortie du gaz.

Dans l'extracteur Bourdon (fig. 2 et 3, pl. I) les cônes ne varient pas, et l'angle qu'ils font entre eux est calculé mathématiquement d'après des données d'expériences; la puissance de l'appareil oscille dans des limites très-étendues par la seule variation de la quantité de vapeur fournie par le jeu de l'aiguille, qui lui-même est réglé par le régulateur.

Toutes choses égales d'ailleurs, la consommation de vapeur est d'autant moins forte que sa pression est plus élevée. Avec une pression de 5 kilogr. par centimètre carré et une pression de 25 à 30 centimètres d'eau à la sortie de l'extracteur, l'appareil Bourdon ne consomme que 120 kilog. de vapeur par 1,000 mètres cubes de gaz extrait, et l'on obtient des chiffres bien inférieurs avec de la vapeur à 8 kilog. par centimètre carré; mais nous ne conseillerons pas de dépasser cette limite.

Nous ajouterons qu'il est indispensable, avec les extracteurs à jet de vapeur, de condenser cette vapeur au sortir de l'appareil, et que l'on induit les acheteurs en erreur lorsqu'on leur dit que c'est inutile. Dans les usines que nous avons eu occasion de visiter et qui étaient dépourvues de condenseurs de vapeur, les matières d'épuration étaient rapidement mises hors de service par la condensation de cette vapeur dans la masse.

Les extracteurs à jet de vapeur rendent l'application de l'extraction du gaz accessible aux plus petits usines, et il ne faut pas perdre de vue que cette opération augmente le rendement en gaz de 7 à 10 % sans nuire à son pouvoir éclairant.

Des extracteurs, système Bourdon, étaient exposés au Champ-de-Mars dans l'exposition de MM. Corpet et Bourdon, constructeurs mécaniciens.

Epuration. — L'épuration du gaz se fait aujourd'hui d'une manière presque

générale au moyen de l'oxyde de fer hydraté, qui a la propriété de se révivifier à l'air après qu'il a été sulfuré dans les cuves. L'épuration par la chaux n'a lieu que dans quelques localités où la chaux se trouve à bon marché et surtout où l'on peut se débarrasser facilement de la chaux sulfurée. Ou bien la chaux n'est employée qu'à l'épuration de l'acide carbonique, après que le gaz a été débarrassé de l'hydrogène sulfuré par son passage à travers l'oxyde de fer.

Les perfectionnements apportés dans l'épuration consistent principalement dans le mode de révivification de l'oxyde de fer. La plupart des usines se contentent d'enlever l'oxyde de fer des épurateurs et de l'exposer à l'air en couches minces et fréquemment remuées. D'autres opèrent la révivification dans les épurateurs mêmes en y faisant circuler de l'air, après avoir fermé le gaz et ouvert les cuves, soit au moyen de l'appel d'une cheminée, soit au moyen d'un extracteur à jet de vapeur. Ce dernier système est employé de deux manières différentes: 1° on refoule l'air dans l'épurateur, mais on comprend que la vapeur se condense en partie dans la matière, ce qui procure l'inconvénient que nous avons signalé plus haut; 2° on aspire au contraire l'air qui est forcé de traverser la matière épurante, ce qui est de beaucoup préférable.

Nous signalerons encore le procédé employé par M. Somzée à l'usine à gaz de Bruxelles, dont les dessins et un plan en relief étaient exposés dans la section belge. Il consiste à placer la matière d'épuration dans un bac mobile, qui vient se placer dans les épurateurs fixes; lorsque cette matière est sulfurée, on enlève le bac qui la contient au moyen d'un treuil pour la révivifier dans un hangar spécial, et on remplace ce bac par un autre contenant de la matière révivifiée. La planche IV indique les détails de cette disposition, qui n'est applicable que dans une usine très-importante.

Mais un autre procédé, encore peu connu, quoiqu'il soit assez ancien, consiste à révivifier la matière au fur et à mesure qu'elle se sulfure, en faisant passer, en même temps que le gaz impur, une petite quantité d'air, dont l'oxygène agit sur le sulfure de fer pour le transformer en oxyde de fer, en produisant de l'eau et du soufre libre, et dont l'azote reste dans le gaz. L'azote étant un gaz inerte n'a aucune action sur le pouvoir éclairant du gaz et augmente le volume du gaz produit. Ce procédé a été indiqué par M. Hills, de Deptfort, en 1860. La quantité d'air, qu'on peut introduire ainsi, dépend évidemment de la proportion de soufre contenue dans le gaz, et varie de 1 à 5 $^0/_0$. Avec des charbons français, on peut sans inconvénient introduire 2 à 3 $^0/_0$ d'air, mais il est indispensable de régler cette quantité d'une manière parfaite, car la plus petite quantité d'oxygène en excès diminuerait le pouvoir éclairant du gaz dans de fortes proportions: il suffit en effet de 1 $^0/_0$ d'air pour diminuer le pouvoir éclairant de 6 $^0/_0$. Mais, en prenant des dispositions convenables, ce procédé est à la fois efficace et économique; c'est peut-être une des raisons qui rendront son application très-lente à se propager, d'autant plus que les personnes ignorantes sont portées à y voir une sophistication du gaz par addition d'air.

Gazomètres. — Nous n'avons rien à signaler de bien nouveau dans la construction des gazomètres. La construction des cuves dépend essentiellement de la nature du terrain et de celle des matériaux que l'on rencontre dans la localité, et elle peut varier à l'infini. C'est certainement une des parties de l'usine à gaz qui demande les connaissances les plus étendues comme ingénieur et comme constructeur, car il ne suffit pas d'obtenir seulement une cuve étanche, mais encore de la construire le plus économiquement possible, et la première de ces conditions n'est pas toujours réalisée, bien qu'elle soit la plus essentielle. Une cuve qui fuit est une cause de dépense continuelle pour l'alimentation de l'eau, et beaucoup de cuves même ne peuvent être maintenues au niveau pour

lequel elles ont été construites, de sorte que leur capacité utile se trouve grevée des frais de construction non-seulement de la partie inutilisable de la cuve, mais encore de celle de la cloche et du guidage. On ne saurait donc trop recommander aux usines à gaz de s'adresser à des ingénieurs et à des constructeurs capables, et de prendre vis-à-vis d'eux toutes les garanties convenables; mais d'un autre côté, elles ne doivent pas oublier que le talent se paie plus cher et revient meilleur marché que l'ignorance.

L'envoi du gaz dans les cloches de gazomètres et la sortie de ce gaz se faisaient anciennement par des tuyaux traversant le fond de la cuve et s'élevant au-dessus du niveau de l'eau sous la cloche. Le système des *genouillères* articulées, inventées par Pauwels, tend à se généraliser, et présente en effet de grands avantages: ces genouillères ne peuvent être noyées par des introductions d'eau, puisqu'elles sont complétement hors de la cuve, et elles peuvent être facilement visitées à chaque instant.

L'entretien des presse-étoupes est fort peu dispendieux et n'a besoin d'être opéré que tous les ans ou même tous les deux ans.

Nous signalerons un autre système exposé par M. Somzée et exécuté à l'usine municipale de Bruxelles, quoique nous lui préférions de beaucoup la genouillère articulée. C'est un système hydraulique.

Les tuyaux d'entrée et de sortie de la cloche sont fixés à cette dernière d'une manière solide et plongent dans une gorge hydraulique qui a toute la hauteur de la course de la cloche. Nous craignons que ce système ne soit susceptible de donner lieu à des accrochages des tuyaux lors de la descente de la cloche, ce qui les exposerait à se détacher de la calotte en la déchirant. Nous devions néanmoins signaler ce système, dont une coupe en relief était exposée dans le parc de la section belge. (Voir fig. 1, pl. I.)

Canalisation. — La canalisation des usines à gaz est une des parties les plus importantes, car son étanchéité plus ou moins grande influe d'une manière considérable sur les résultats obtenus, qui se résument en ceci: la quantité de gaz *vendue* par tonne de houille achetée. C'est là le véritable critérium d'une bonne exploitation. Il y a encore beaucoup d'usines à gaz dépourvues de compteurs de fabrication et qui établissent le rendement en gaz *au gazomètre* d'une manière approximative. Il en résulte souvent que le directeur ou le contre-maître, jaloux de *bien fabriquer*, a une tendance à exagérer les résultats obtenus par la distillation et indique un rendement en gaz supérieur à la réalité; mais le gaz *vendu* ne supporte pas les complaisances, et il en résulte que la différence entre les deux quantités, c'est-à-dire la perte par la canalisation se trouve exagérée. D'un autre côté, les fabricants de tuyaux et les inventeurs de joints ont une tendance contraire; ils réduiraient volontiers le rendement en gaz *au gazomètre* au minimum, pour prouver que leur canalisation n'occasionne aucune perte. Il est donc fort difficile de se rendre compte exactement de la valeur d'une canalisation, à moins d'avoir entre les mains les comptes d'une usine à gaz et de pouvoir déterminer d'une part le rendement exact en gaz *au gazomètre*, et d'autre part le rendement exact *au bec*. La différence exprime, en perte de gaz par tonne de houille distillée, la valeur réelle de la canalisation. C'est l'absence de documents certains à cet égard qui cause la diversité d'opinions qui règne parmi les gaziers sur la valeur de tel ou tel système de joints, sans compter qu'un système peut être très-bon et avoir été fort mal appliqué. Nous avons eu occasion, par exemple, dans notre carrière, de trouver des canalisations en fonte, avec joints coulés en plomb et matés, qui étaient très-défectueuses par la seule raison que dans beaucoup de joints le plomb avait été oublié.

Sous la réserve de ces observations, il existe cependant des systèmes de conduites et de joints qui ont la sanction de l'expérience sur une échelle considérable: tels sont les tuyaux en fonte à cordon et emboîtement avec joints coulés en plomb et matés, et les tuyaux en tôle à joints précis. Les premiers sont trop connus pour que nous nous y arrêtions, et nous n'hésitons pas à dire que, lorsque la fonte est à bas prix comme aujourd'hui, ce sont ceux auxquels nous donnons la préférence, et que lorsqu'une telle canalisation est posée avec soin et suivant les règles de l'art, elle offre toutes les conditions d'étanchéité et de durée. Nous avons remarqué à l'Exposition les produits des hauts fourneaux de Marquise et de Pont-à-Mousson; les tuyaux en tôle et bitume du système Chameroy ont aussi des applications très-étendues. La Société Chameroy et C[ie] date de 1838 et sa production totale s'élève aujourd'hui à 9 millions de mètres de tuyaux de diamètres variant de 0,035 à 1 mètre, et représentant une valeur de 60 millions de francs.

La Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz compte dans cette quantité pour 1,522,000 mètres, et l'on pouvait voir sous l'un des appentis de son pavillon spécial à l'Exposition tout l'outillage destiné à la pose de ce genre de tuyaux, à la coupure des conduites et aux différents modes de raccordement. La Compagnie européenne emploie ces tuyaux dans ses usines d'Amiens, Bolbec, Boulogne-sur-Mer, Caen, le Havre, Nantes et Rouen. La Compagnie centrale les emploie à Alexandrie, Alger, le Caire, Dieppe, Oran et ses usines de France. Enfin, la Compagnie du gaz de Marseille et celle de Lyon les utilisent également.

Les tuyaux Chameroy sont fabriqués avec de la tôle plombée sur les deux faces, puis rivés avec soin et soudés ; une fois munis de leurs joints précis, ils sont essayés à la presse hydraulique à huit atmosphères; ils sont ensuite revêtus d'une épaisse couche de bitume. Leur joint précis, en forme de piston, est étanche et dilatable.

Les systèmes de conduites avec joints en caoutchouc sont excessivement nombreux et l'on comprend l'intérêt qu'il y a à trouver un système étanche et durable, car il n'est pas douteux que les joints en caoutchouc ne soient d'une pose facile, rapide et économique, et qu'ils ne permettent des modifications dans les canalisations sans qu'il soit nécessaire de briser une partie des tuyaux.

Le système le plus simple consiste en tuyaux ordinaires à emboîtements et cordons avec une bague en caoutchouc ayant la forme d'un tore. On donne à cette bague un diamètre intérieur, inférieur de 1/8 environ au diamètre extérieur du tuyau pour qu'il y ait serrage par l'élasticité du caoutchouc. L'épaisseur de la bague est double de l'espace vide compris entre l'emboîtement et le tuyau. Pour faire le joint, on place la bague sur le bout mâle du tuyau et on l'entre dans l'emboîtement au moyen d'une forte poussée; la bague roule sur elle-même en s'aplatissant et forme joint.

La qualité du caoutchouc joue évidemment un rôle énorme dans ce système de joint, et il est important de se le procurer dans une maison de confiance, et de le payer au prix qu'il vaut, car on vend dans le commerce sous le nom de caoutchouc un produit dans lequel cette matière entre souvent en très-faible proportion.

Dans les tuyaux du système Petit, la bague en caoutchouc est plate et serrée par la pression de l'extrémité du bout mâle sur le fond de l'emboîtement où elle se trouve ; le serrage a lieu au moyen de clavettes passant dans des oreilles extérieures. Ce système est peu appliqué.

Les deux systèmes de joints en caoutchouc, dont il vient d'être fait les plus récentes applications sur une grande échelle, sont celui de M. Somzée, de Bruxelles, et celui de M. Lavril. Nous nous étendrons un peu sur ces deux

systèmes qui ont donné lieu, particulièrement le premier, à de vives polémiques.

Système Somzée. — M. Somzée s'est tracé le programme suivant. Pour qu'en pratique une conduite soit parfaite, il faut qu'elle réponde aux conditions suivantes :

1° Joint réduit au plus petit nombre de pièces;

2° Joint aussi peu altérable que la matière des tuyaux, susceptible de résister à l'action des agents atmosphériques et de ceux qui se trouvent répandus dans le sol des villes, et capable de conserver, après la pose, assez d'élasticité pour suivre les mouvements du terrain sans occasionner de fuites.

3° Pose du joint simple, facile, rapide et économique.

4° Réduction au minimum de la surface du joint exposée aux influences qui peuvent l'altérer.

5° Liberté de dilatation et de contraction des conduites sans nuire à l'étanchéité.

6° Faculté d'enlèvement des tuyaux avec une perte aussi réduite que possible.

7° Pose n'exigeant qu'une largeur de tranchée restreinte.

M. Somzée satisfait à ces conditions de la manière suivante : le bout mâle du tuyau est terminé par deux bourrelets laissant entre eux une petite gorge ; un anneau en caoutchouc, en forme de tore, s'emmanche dans cette gorge, c'est à-dire à cheval entre les deux bourrelets. Le bout femelle porte à son entrée un chanfrein suivi d'une gorge.

L'anneau étant placé sur le bout mâle, dès que l'on emmanche les deux tuyaux, il se trouve pris dans le chanfrein, puis dans la gorge du bout femelle ; en continuant à enfoncer, l'anneau ne pouvant reculer s'étale et constitue un joint étanche et cependant flexible.

La pose est évidemment très rapide, et M. Somzée dit qu'il est possible d'établir une conduite de 800 mètres de longueur en tuyaux de 0,10 de diamètre en moins de 2 heures avec deux ouvriers et sans outil. L'enlèvement des tuyaux offre la même facilité, sans qu'on soit obligé de les casser.

Ce système de tuyaux est appliqué sur une grande échelle à Bruxelles, Saint-Pétersbourg, Bordeaux, Mons, Tournai, Charleroi et Louvain. On pouvait en voir des échantillons de divers diamètres dans le parc de la section belge.

Voici les conditions de réception imposées à M. Somzée par la Compagnie du gaz de Bordeaux pour une canalisation de 80,000 mètres de longueur :

« *Extrait du contrat.* —Art. 19. Aucune partie de conduite ne sera remblayée avant d'avoir été essayée pour constater si elle est étanche. L'essai se fera par les soins et aux frais de l'entrepreneur, sous le contrôle de la Compagnie, en comprimant de l'air dans la conduite à essayer jusqu'à la pression effective de 500 millimètres de mercure au moins.

« La conduite devra être suffisamment étanche pour que, la pompe étant arrêtée, le manomètre reste stationnaire pendant une heure au moins. S'il n'en est pas ainsi, l'entrepreneur sera tenu de rechercher immédiatement les points défectueux et de remplacer les parties de conduites non étanches.

« Tous les frais généralement quelconques occasionnés par la recherche et la réparation des fuites, quelle qu'en puisse être la cause, seront à la charge de l'entrepreneur.

« M. Somzée devra avoir un nombre suffisant de pompes pour que l'essai des conduites puisse être effectué sur tous les chantiers ouverts, au fur et à mesure de la pose, de telle sorte qu'il ne puisse en résulter aucun retard dans le remblaiement des tranchées, aussitôt que la pose sera terminée.

« Art. 20. Le succès des essais partiels mentionnés à l'article précédent n'implique pas la réception des parties essayées. Au point de vue de l'essai définitif et de la réception de la canalisation, celle-ci sera divisée en 6 parties. L'une, de 15,000 mètres environ, comprendra tous les travaux de la rive droite (la Bastide) ainsi que les bouts de canalisation isolés et non raccordés entre eux, à poser sur la rive gauche, en prolongement de la canalisation ancienne. Pour cette partie, l'essai journalier à la pompe dans les conditions ci-dessus indiquées sera considéré comme suffisant; et même, pour les bouts ayant une longueur moindre de 200 mètres chacun, l'épreuve à la pompe sera remplacée par l'essai au flambage. Le restant de la canalisation sera divisé en 5 réseaux isolés... Dès que chacune de ces parties aura été fournie et posée, il sera procédé par les soins et aux frais de l'entrepreneur, sous le contrôle de la Compagnie, à un essai général, en comprimant dans la totalité du réseau de l'air sous la pression effective de 500 millimètres de mercure au moyen d'une ou de plusieurs pompes à air. La canalisation étant remplie d'air à cette pression, et les pompes étant arrêtées, les manomètres qui seront placés sur divers points de la canalisation devront rester en pression pendant dix minutes consécutives, et

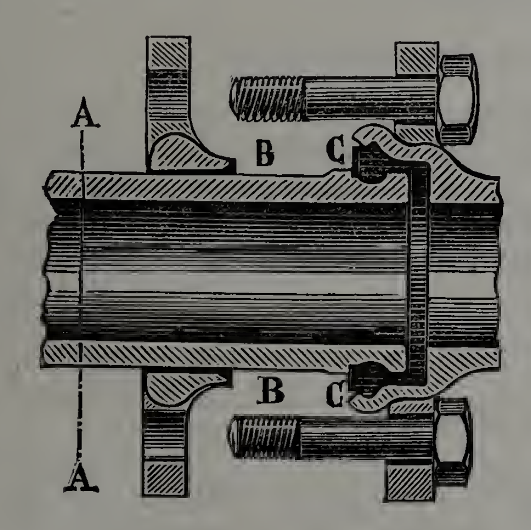


Fig. 10. — Joint Lavril.

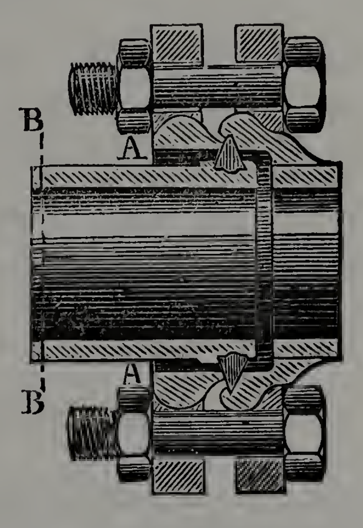


Fig. 11. — Joint Lavril.

pendant cet espace de temps, leurs aiguilles ne devront pas indiquer une diminution de pression correspondant à plus de 200 millimètres de mercure. S'il n'en est pas ainsi, l'entrepreneur devra rechercher les points défectueux et faire d'urgence et à ses frais toutes les réparations nécessaires.

« Après que chacun de ces essais aura donné les résultats ci-dessus, la partie correspondante de la canalisation sera raccordée, par les soins de la Compagnie et à ses frais, avec le restant du réseau de la Compagnie.

« Ce raccordement impliquera réception définitive des travaux, sauf la garantie de l'entrepreneur pour toute défectuosité qui serait reconnue plus tard, et qui proviendrait d'un vice, soit des matériaux par lui employés, soit dans la pose de la canalisation. »

Système Lavril. — Le système de M. Lavril diffère essentiellement de celui de M. Somzée, et l'on pouvait en voir des spécimens dans l'exposition de M. Durenne, maître de forges à Sommeroive (Haute-Marne).

La bague en caoutchouc (fig. 10 et 11), qui a la forme cylindrique, vient se placer dans une rainure ou gorge pratiquée dans le bout mâle du tuyau, mais la pression de cette bague ne s'opère pas par l'emboîtement des tuyaux, qui, dans ce système, est très-court. La bague de caoutchouc vient s'appuyer sur une portée pratiquée au bout femelle et le serrage s'opère au moyen d'une

bride qui glisse sur le bout mâle, et est rapprochée par l'action de boulons passant dans des oreilles venues de fonte sur le bout femelle, et dans les oreilles correspondantes de la bride mobile.

Le système de M. Lavril est appliqué dans un certain nombre de villes de France, et la plus récente application a été faite à Tourcoing (Nord), par l'usine à gaz municipale de cette ville, qui n'entrera en activité qu'au mois de mai 1879. La canalisation entière étant faite avec ce système, posé avec le plus grand soin, et essayé avec des pompes à air jusqu'à 10 centimètres de mercure, il sera très-intéressant de connaître les résultats obtenus au bout d'un certain nombre d'années.

HABILLEMENT DES DEUX SEXES

PRODUITS ET PROCÉDÉS DE FABRICATION

PAR

M. G. BARDIN, INGÉNIEUR CIVIL

Nous avons divisé notre travail en deux chapitres principaux :
1° Produits de l'habillement (1);
2° Matériel et procédés servant à la couture et à la confection des vêtements (2).

PREMIÈRE PARTIE.

Habillement des deux sexes. — Produits

Nous traitons dans cette partie les principales industries relatives à la fabrication des objets d'habillements telles qu'elles existent aujourd'hui et qu'elles se sont révélées à l'Exposition.

Nous les classons en quatre paragraphes : 1° Fleurs artificielles; 2° Vêtements pour dames et pour hommes; 3° Chapellerie de feutre, paille et soie; 4° Chaussures de luxe et ordinaires.

I. — FLEURS ARTIFICIELLES.

Origine de cette industrie. — L'usage et la fabrication des fleurs artificielles remontent à une époque déjà éloignée : les femmes grecques et romaines en ornaient leurs coiffures. On les faisait alors en cire, en plumes, en rubans de toutes couleurs et avec l'enveloppe des cocons de soie. Ces procédés furent retrouvés chez les Chinois par les Italiens du moyen âge, mais ceux-là n'employaient que de la moelle de sureau découpée en tranches minces qu'on appelle maintenant papier de riz, ou papyrus. C'est à Venise principalement que cette industrie s'implanta, après les découvertes des hardis navigateurs qui rivalisèrent avec les Portugais pour réimporter en Europe les industries des peuples nouveaux. On peut voir encore aujourd'hui dans les colonies autrefois possédées par le Portugal, notamment au Brésil, les admirables fleurs fabriquées avec le plumage de ses oiseaux aux couleurs brillantes.

Tel était, au commencement du siècle dernier, l'état de l'industrie des fleurs artificielles, lorsqu'elle fut importée en France par Séguin de Mende, en 1738; les procédés dont il fit usage semblent avoir été copiés sur ceux des Italiens et les matières qu'il employait étaient la moelle de sureau des Chinois et les rubans découpés. Les fleurs faites ainsi eurent un certain succès, mais, après Séguin, cette industrie resta stationnaire jusqu'en 1765, époque à laquelle Thomas Joseph Wenzel, botaniste distingué, se livra à la fabrication des fleurs artificielles et transforma complétement les moyens de fabrication connus : plumes,

(1) Classe 38. — (2) Classe 58, exposition de 1878.

cocons de soie, papyrus, etc., pour les remplacer par les papiers et les tissus divers apprêtés, teints et nuancés. Wenzel travaillait, non en industriel, mais en artiste, il cherchait à imiter la nature; aussi sa notoriété fut grande, et, en 1770, la dauphine Marie-Antoinette, lors des fêtes de son mariage, portait une coiffure de plumes et de fleurs artificielles confectionnée par lui. De ce jour, la mode des fleurs artificielles prît place parmi celles qui ont fait de Paris la première ville du monde pour le luxe et l'élégance.

Wenzel reçut de la reine, en 1785, un brevet lui conférant le titre de fournisseur de fleurs artificielles. (Ce brevet est en ce moment entre les mains de M. Bourgeon-Richez fabricant de fleurs, descendant et successeur de Wenzel). sa famille rapporte qu'il dût cette distinction à un travail inimitable exécuté sur la demande du duc d'Artois pour en faire cadeau à la reine à l'occasion du 1er janvier 1785. Ce travail extraordinairement délicat, dû à son goût exquis et à sa grande habileté était une rose dont les pétales formés de la pellicule fine qui se trouve dans l'œuf durci entre la coquille et le blanc, reproduisaient par leur disposition le chiffre de Marie-Antoinette.

Wenzel aussi habile démonstrateur qu'exécutant, fut le professeur de beaucoup de grandes dames qui recherchaient ses leçons et qu'il initia à l'art d'imiter les fleurs naturelles.

On lui doit, en outre, la création et l'usage de l'emporte-pièce pour le découpage et du gaufroir pour fleurs.

Industrie actuelle. — A partir de ce moment la, nouvelle industrie prospéra rapidement et, depuis plusieurs années, les fleurs artificielles sont, l'objet d'une fabrication importante en France, et notamment à Paris, la ville du bon goût, qui exporte ce produit dans tous les pays du monde. Les fleurs artificielles françaises ont, en effet, sur celles de tous les autres pays, l'avantage d'être recherchées en raison de leur fabrication supérieure, bien que l'exportation s'exerce principalement sur des fleurs de commerce dites de fabrication courante.

Le principal usage des fleurs artificielles est de concourir à l'ornementation des vêtements et des coiffures; on en fabrique aussi pour la décoration des appartements, enfin nous devons noter celles destinées aux églises.

On fabrique des fleurs de bien des qualités, mais elles peuvent être classées en plusieurs catégories dénommées :

1° Fleurs communes; 2° fleurs ordinaires; 3° fleurs fines; 4° fleurs artistiques; 5° fleurs et plantes d'appartement et fleurs d'église.

Sans vouloir donner à nos lecteurs une leçon de fabrication des fleurs artificielles qui demanderait un développement que nous ne pouvons pas donner dans ce recueil, nous en dirons cependant quelques mots.

La fabrication proprement dite se fait par spécialité de fleurs et de feuillages, soit en qualité commune, ordinaire ou fine.

Les diverses spécialités sont : les roses, les violettes, le lilas, les boutons de roses, le réséda, la fleur d'oranger, les bluets, les petites pâquerettes, les coquelicots, etc., etc., le feuillage forme également un certain nombre de divisions. Les boutons et pistils sont aussi l'objet d'une fabrication particulière qui exige des soins et une certaine habileté.

Chaque fabricant fait une ou plusieurs fleurs, celles de même espèce sont réunies en grosses ou en piquets, puis vendues ainsi aux marchands, commissionnaires et détaillants.

Chaque fleur est généralement composée de pétales, d'un cœur, du calice qui les renferme et d'une tige.

Tige. — Elle est faite d'un fil de fer cotonné et recouvert de papier. Pour les fleurs fines, le fil de fer cotonné est placé dans un tube en caoutchouc, l'assem-

blage des branches sur la tige principale se fait en les entrant dans des coupures et en les y collant. Ce montage imite mieux la nature, et une ouvrière fait quatre fois plus de travail qu'autrefois. L'emploi du caoutchouc pour le montage est dû à M. Baulant qui en fait usage depuis 1855, il se servait, dans le principe de tubes anglais très-coûteux fabriqués spécialement pour les orthopédistes; mais, c'est M. Ballin qui a vulgarisé l'emploi de tubes en caoutchouc français en faisant depuis 1865 de grands efforts pour arriver à les livrer à des prix accessibles à tous les fabricants de fleurs.

Cœur. — Le cœur des fleurs varie selon leur nature, on emploie pour le former toutes matières propices, fils apprêtés et grainés avec des pâtes diverses et de couleurs appropriées, ou, pour certaines fleurs, des soies travaillées de diverses manières puis grainées, on fait aussi des cœurs avec des pistils selon les besoins.

Boutons pour fleurs et pistils. — Ces boutons et pistils sont généralement faits en pâte de la couleur nécessaire pour imiter le mieux possible la nature. La queue du bouton est en fil de laiton ou en coton apprêté dont on place un grand nombre à la fois dans une pince d'un mètre de longueur, l'extrémité des queues est plongée dans une auge remplie de pâte d'amidon colorée et on peut leur donner une forme plate au lieu de celle ronde, ou allongée qu'ils ont en les appuyant sur de la poudre d'amidon sèche. On obtient des tons dégradés en trempant plusieurs fois les mêmes boutons dans des pâtes très-peu épaisses et de différentes nuances, selon les effets à obtenir.

Un fabricant bien connu, M. Jouvencel, fabrique, par un procédé nouveau, des boutons et pistils gaufrés se rapprochant beaucoup plus de la nature et bien mieux réussis que ceux qui sont faits par les moyens ordinaires.

Pétales. — La préparation des pétales présente un intérêt tout particulier, sous le rapport de la coupe et de la teinture qu'on appelle le trempage. Pour les fleurs communes, qui se font le plus généralement dans les prisons, dans les communautés et dans les orphelinats, les pétales sont faits en nansouk, calicot et madapolam du plus bas prix, ils sont découpés à l'emporte-pièce en grande quantité à la fois et de forme telle qu'ils peuvent être enfilés.

Pour les fleurs ordinaires comme pour les fleurs fines, le nansouk et la mousseline employés sont de meilleure qualité et d'un prix qui varie suivant la finesse du tissu; les pétales sont découpés précédemment à l'emporte-pièce, et avec cinq grandeurs variables, on fait très-convenablement les roses, car l'ouvrière, avec quelques coups de ciseaux, corrige et achève mieux que ne pourrait le faire une plus grande quantité de formes de découpures.

Les fleurs fines, souvent copiées sur des fleurs naturelles, nécessitent des soins, du goût et du coup d'œil de la part de l'ouvrière; les pétales sont découpés avec des ciseaux, et lorsqu'une fleur est finie et bien réussie, elle sert de modèle. Si on doit la reproduire un grand nombre de fois, on fait des emporte-pièce spéciaux.

Du trempé des pétales. — L'une des opérations les plus importantes de la fabrication des fleurs est le trempage qui consiste à colorier les pétales, à donner à chacun les diverses nuances fondues telles que la nature les produit et même, dans certains cas, à leur donner plusieurs tons vifs tels qu'on les remarque aux tulipes panachées, ou doux comme ceux des roses. Divers moyens sont employés, ils sont plus ou moins rapides selon les qualités des fleurs auxquelles les pétales sont destinés, s'il s'agit des petites fleurs ou d'une qualité très-commune, on enfile les pétales sur une tige quelconque et on les trempe dans un godet rempli de couleur en présentant leur pourtour qui s'imbibe d'eau

colorée; si les pétales doivent être collés, on les trempe au paquet, c'est-à-dire qu'on en fait un paquet aussi gros qu'on peut le tenir entre les doigts, on le trempe tout entier dans une couleur pâle et ensuite, le bord extrême seulement, dans de la couleur foncée, puis avec les doigts de l'autre main, on presse ces pétales et on en exprime l'eau colorée que l'on dirige aux endroits qui en ont besoin.

Pour les fleurs ordinaires et les fleurs fines, la trempe se fait à la coupe, c'est-à-dire par 4-8-16 ou 24 pétales à la fois selon la fleur à produire; on commence par les tremper dans une eau légèrement teinte, puis dans une couleur plus foncée, après quoi l'on exprime l'eau en excès sur un papier buvard et l'on dégrade les tons à volonté en conduisant la couleur avec les doigts. Pour les fleurs fines, on retouche ce travail avec un pinceau, pour le compléter.

Gaufrage des petales. — Quelle que soit la qualité des fleurs que l'on fabrique, le gaufrage est nécessaire pour les pétales et pour les feuilles. Pour les pétales, on le fait à la pince ou à la boule par deux, trois quatre pétales ou en demi-coupes, ou en coupes, selon les soins qu'on apporte à la fabrication; on gaufre aussi à la presse, mais seulement par quatre pétales à la fois. Ceux des fleurs fines sont retouchés à la pince et on les creuse soit à la main, soit à la boule pour leur donner la forme naturelle et atténuer comme il convient le travail mécanique.

Feuillage. — C'est aussi une des spécialités les plus importantes. Les fabricants de feuillage achètent, chez les marchands d'apprêts, des tissus de couleur tout préparés; quelques-uns les préparent eux-mêmes en tendant sur un châssis le calicot sur lequel on passe d'abord un encollage composé d'empois et de colle, puis une ou plusieurs couches de couleur gommée, des nuances qu'on désire obtenir. Pour avoir des feuilles souples on emploie de la glycérine.

Les feuilles sont ensuite découpées à l'emporte-pièce puis ombrées, c'est-à-dire passées à la couleur à l'eau sur leurs faces, elles sont foncées sur les bords ou au milieu et panachées ou filées au pinceau, après quoi on colle les tiges en fil de fer et laiton.

Le *gaufrage*, qui vient ensuite, est une opération importante et se fait toujours à la presse. On place chaque feuille dans une matrice gravée en creux, sur laquelle un poinçon en relief vient frapper pour reproduire toutes les nervures d'une feuille naturelle; ce résultat est plus ou moins bien obtenu, selon la perfection de la gravure des outils, le soin apporté au travail et la finesse du tissu. Après cela, on passe les feuilles à la cire, en les trempant dans un vase contenant de la cire chaude; puis on les vernit, ou on les poudre avec de la fécule pour leur donner du velouté,

Les petites plantes grasses ou les plantes marines à feuilles épaisses sont obtenues en découpant à la fois avec le même outil deux feuilles minces de caoutchouc, la pression du découpoir colle leur contour, le vide formé entre les deux parties s'emplit d'air et l'on a une feuille épaisse imitant bien la nature.

Montage. — Les commissionnaires, commerçants en fleurs et marchands en boutiques achètent à chaque fabricant les fleurs en paquet dits à la grosse, les feuillages, les fruits, etc. etc., enfin, tous les éléments qui concourent à la formation des bouquets; ils mettent ces éléments entre les mains d'ouvrières, appelées monteuses, qui choisissent et assortissent les fleurs et leurs feuillages et les assemblent selon leur goût et leur fantaisie pour en former des bouquets, des garnitures de robes, des coiffures et mille autres choses gracieuses. C'est ainsi que, prêtes à être employées, les fleurs sont expédiées à l'étranger et qu'elles sont vendues soit en gros, soit en détail.

Fleurs artistiques. — Elles diffèrent des fleurs fines en ce que leur fabrication et leur montage sont faits scrupuleusement dans toutes leurs parties de manière à imiter la nature. Ici, le fabricant ne fait pas seulement une fleur, mais il doit faire les fleurs, les boutons, les feuillages, les fruits, en un mot tous les détails constitutifs de la fleur naturelle.

Il est presque inutile de faire ressortir que, pour les fleurs ordinaires et fines, ainsi que pour les feuillages dont nous avons parlé déjà, les outils à gaufrer ont été faits, le plus souvent, par un graveur qui n'est point artiste et qui ne met sur chaque pièce que la main-d'œuvre qu'on lui demande, de sorte que, déjà sur ce point, ce travail n'est pas toujours irréprochable. Si l'on ajoute à cela que les diverses parties d'un bouquet sortent de dix maisons différentes faisant non pas toujours ce qui est le mieux, mais ce qui se vend le mieux, on comprendra l'impossibilité absolue pour le détaillant de produire, malgré toute sa bonne volonté et toute son habileté, un ensemble imitant la nature Ainsi pour un bouquet de roses, par exemple, les roses épanouies, celles ouvertes, les boutons même à divers degrés d'avancement, les feuilles, les fruits etc., auront été l'objet d'autant de fabrications différentes. Ces éléments, mis entre les mains d'une monteuse quelque habituée qu'elle soit à examiner la nature pourront former un bouquet bien monté et gracieux, mais dans lequel un œil exercé reconnaîtra que la feuille n'est pas bien de la nature de la rose, et que les boutons ne sont pas en harmonie parfaite avec les feuilles ou les fleurs, et si la monteuse n'est qu'une bonne ouvrière, l'effet sera d autant plus discordant.

Voilà ce que la fleur artistique doit éviter par une fabrication complète et minutieuse à l'excès; les pistils et les cœurs doivent imiter parfaitement ceux de la fleur à laquelle ils sont destinés, les pétales soigneusement découpés, teints et gaufrés un à un selon le genre de la fleur, les boutons préparés exprès pour aller avec une fleur déjà exécutée. L'imitation parfaite de la nature exige aussi, dans le travail des outils mécaniques à gaufrer, une grande perfection car ils doivent pour chaque genre reproduire exactement les nervures des plus belles feuilles naturelles Les grandeurs relatives doivent être observées de manière à former un ensemble harmonieux et vrai; l'assemblage et le montage doivent être faits par une ouvrière connaissant assez bien la pratique de son métier pour ne pas se contenter d'à peu près, et savoir donner à la fleur son port habituel, observer les dispositions du feuillage, en un mot rester strictement dans la vérité.

La fleur faite ainsi imitera d'autant mieux la nature qu'elle a été plus soignée dans ses détails, mais ces soins qu'il a fallu apporter à sa confection la mettant à un prix élevé, elle convient aux acheteurs chez lesquels le bon goût passe avant l'économie et aux artistes qui les recherchent pour les dessiner et les peindre.

Les personnes se livrant à cette fabrication sont forts rares et nous ne connaissons que la maison Baulant de Paris qui soit pourvue d'un matériel important, créé par M. Baulant lui-même, graveur de mérite, et qui ait à sa disposition un personnel habile dans l'art d'imiter les fleurs naturelles.

Fleurs et plantes d'appartement et fleurs d'église. — Nous pouvons traiter dans un seul chapitre ces différents objets, parce qu'ils se font par des moyens analogues et dans les mêmes ateliers qui sont de véritables usines. Ici il n'y a plus de spécialité, le fabricant exécute toutes les parties des fleurs et des feuillages, qui sont d'ailleurs presque tous très-communs; puis il les vend, soit montés, soit prêts à l'être par les acheteurs dont la plupart, pour ce qui concerne les fleurs d'église, sont les couvents, les communautés et les écoles

religieuses ; enfin une grande partie est destinée à l'étranger. A ces produits divers, se trouvent joints aussi les apprêts et fournitures pour fleurs.

Les procédés de fabrication ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous avons décrits, mais ils nécessitent un matériel et un emplacement considérables : en effet, cette industrie embrasse la teinture et l'apprêt des étoffes en toutes nuances et de toutes qualités et la préparation des papiers pour fleurs et feuilles. Dans ces ateliers, les pétales en étoffes, en tissus or et argent, papier or et argent, papier doré, paillon etc., sont découpés, nuancés et gaufrés, prêts enfin à être livrés au fleuriste pour l'assemblage ; les pistils, cœurs, boutons, calices, etc., etc., y sont également faits en grande quantité.

Une maison bien montée doit donc posséder un outillage suffisant pour être à même d'exécuter toutes les variétés de fleurs et de feuilles que produit la nature, et être pourvue d'une foule de types, dits de fantaisie, qui sont employés plus spécialement à la confection des fleurs d'église. La plupart de celles-ci sont composées d'un seul pétale qu'on monte sur une tige à l'extrémité de laquelle est un cœur ; sauf, pour les grosses roses, les camélias, les marguerites doubles, les dahlias qui ont forcément plusieurs pétales de diverses grandeurs préparés et gaufrés qu'on enfile sur la tige et qu'on colle sur le cœur.

Les grandes feuilles sont généralement gaufrées à la presse ; mais quand on n'a pas les outils de dimensions énormes, qui sont nécessaires, on découpe le tissu au ciseau et ou le gaufre à la boule, puis on forme au couteau les nervures qui n'étant ainsi qu'esquissées, sont rendues plus sensibles par des teintes fondues et des filets. On fait aussi usage, pour le fondu des grandes feuilles, du poincif qui abrége notablement la main-d'œuvre.

Le montage des fleurs, en bouquets de vases et de jardinières, celui des feuillages et arbustes pour appartements et des fleurs d'église se fait comme pour les fleurs les plus communes du commerce, car on doit tenir compte de la grandeur qu'ont ordinairement ces produits destinés surtout à être groupés et vus d'une certaine distance. Leur prix est extrêmement bas.

Examen des produits qui étaient exposés au Champ-de-Mars en 1878.

Nous ne suivrons pas dans cet examen, l'ordre du catalogue officiel, qui plaçait à côté d'un fleuriste, un bottier ou un fabricant de galoches, puis une modiste et ensuite les habits brodés d'un tailleur. Cet ordre n'était qu'un désordre parfait et l'administration n'a pas fait preuve du moindre sens commun dans le classement qu'elle avait imposé aux exposants de la classe 38.

L'exposition des fleurs était très-remarquable dans son ensemble. Entre toutes, l'exposition de M. Baulant qui, comme nous l'avons vu, s'attache particulièrement à copier les plus belles productions de la nature, était superbe, nous pourrions dire hors ligne. Son lilas violet était d'une vérité frappante : fleurs, boutons, feuilles, tiges, tout était parfait ; son bouquet de roses trémières et ses iris étaient magnifiques et exécutés avec un soin qu'on ne rencontre pas ailleurs. Le coloris et le montage de ces fleurs révèlent chez le fabricant un fidèle observateur de la nature et un artiste minutieux qui rend chaque détail, si petit qu'il soit, tel qu'il le voit. Ses tulipes et ses pensées étaient également bien réussies ; son fucus de grande dimension était remarquable par la souplesse et la fraîcheur de ses feuilles, leurs attaches sur la tige étaient exécutées avec une grande perfection. Pour être exact, il nous faudrait citer chaque partie de cette exposition et louer M. Baulant de la manière riche dont il a présenté ses produits.

M. Chambon, qui fabrique spécialement la rose, apporte de grands soins à l'exécution de ses produits d'après nature, nous avons examiné de très près ses bouquets de boutons ouverts qui nous ont semblé irréprochables. La collection

des roses thé de Mme la baronne de Soubeyran était parfaite, bien exécutée et bien présentée, elle faisait honneur à la section des fleurs. Mme Le Traon a exposé une belle collection de roses d'après nature, et Mme Delaroche des roses dignes d'un professeur et un cerisier en fleurs bien imité.

La maison G. Marienval et Cie avait dans sa vitrine un fort beau chèvrefeuille, une hotte garnie de fleurs des champs très-belles, enfin un tronc d'arbre couvert de lierre et quelques autres plantes dont un cactus en fleurs bien réussi et un pissenlit imitant la nature à s'y méprendre.

Mme Lardé et Cie ont exposé un bouquet de fleurs des champs dont les bluets, les coquelicots et les marguerites étaient très-remarquables; nous devons ajouter que d'ailleurs rien ne laissait à désirer. M. Bourdin Marly a exposé un énorme et beau bouquet composé de grosses fleurs de jardin parmi lesquelles les pivoines dominaient. Nous avons remarqué dans la vitrine de Mme Diringer et fils des dahlias, une clématite, une belle corbeille de pensées et un ravissant bouquet de myosotis.

M. Lespiaut avait une fougère et deux bouquets montés avec art. Les fleurs d'oranger, les marguerites et le jasmin de M. Caillaux étaient parfaits. M. Duboscq Hofmayer a exposé une clématite, des reines-marguerites et un sureau fort bien faits.

Pour les fruits, deux expositions se disputaient également les faveurs du public, M. Alberti chez lequel nous avons remarqué des cerises, des abricots, des framboises et des grosses fraises très-bien réussis et M. Vénot qui nous a montré des groseilles, des noisettes, des fraises, des framboises, des abricots, des nèfles, des radis, etc , exécutés très-soigneusement.

Nous avons noté la maison Delaplace pour ses fougères et ses chardons; il faut encore citer MM. Chandelet, Poitevin, etc., qui sont parmi les bons fabricants. M. Lachanal a exposé des couronnes et des guirlandes de fleurs d'oranger ne laissant rien à désirer. M. Coqueugnot avait dans son exposition, un bel ensemble de plantes d'appartement. M. Pommeret a garni sa vitrine d une nombreuse collection de plantes vertes de toutes dimensions et d'une bonne exécution pour ce genre de produits.

L'exposition des apprêts était complète. La maison Briançon avait un échantillon de chacun de ses articles laiton cotonné, cannetille pour queues, laiton non recouvert ponr attaches, etc., etc. M. Dupont-Delafosse avait également des fournitures pour fleuristes notamment des couleurs et poudres, puis des arbustes et des piquets dont quelques-uns fort remarquables. MM. Duval et Ducrocq ont exposé toutes les matières qui entrent dans la fabrication des fleurs et feuillages : tissus apprêtés, laines coupées pour mousses, tubes d'étoffes pour queues, étoffes veloutées, papiers de toutes teintes, etc., etc.

La maison Bourgeon-Richez expose des produits de sa fabrication en apprêts et fournitures pour fleurs : pétales à la grosse, cœurs, calices, boutons, etc., etc. ; en un mot tous les articles nécessaires à la confection des fleurs en papier et fleurs d'église dont elle a fait sa spécialité.

II. — DU VÊTEMENT.

Nous ne ferons pas ici l'historique de l'art de se vêtir, ce sujet a été traité par nombre d'écrivains érudits et des dessinateurs habiles dont le travail était le fruit d'importantes recherches. Cette note indiquera la situation actuelle de cette industrie. Nous la divisons en deux parties principales : 1° vêtements de dames; 2° vêtements d'hommes.

1° Vêtements de dames.

Origine de l'industrie de la confection pour dames. — La confection pour dames est presque une industrie nouvelle. Il suffit, en effet, de remonter à cinquante ans en arrière pour ne trouver aucune maison de couture ou de confection organisée comme elles le sont depuis quelques années. L'industrie des vêtements de dames a pris, dans ces derniers temps surtout, une si grande extension qu'elle est devenue le moyen d existence d'une quantité considérable d'ouvriers et d'ouvrières; en même temps que son importance donnait une impulsion sérieuse à un grand nombre de professions qui s'y rattachent.

On peut diviser l'examen de cette industrie en trois parties bien distinctes : 1° Le travail de la couturière autrefois; 2° Les progrès de l'industrie de la couturière depuis quelques années; 3° La confection pour dames proprement dite.

Travail de la couturière autrefois. — Les couturières en robes étaient alors des ouvrières qui généralement travaillaient au domicile des clientes. Lorsqu'une femme avait besoin d'une robe, elle achetait elle-même l'étoffe, la doublure, les boutons ou fournitures de toutes sortes nécessaires à la confection de cette robe; puis la couturière venait chez elle, taillait, essayait, cousait la robe ou tout autre vêtement qui lui était confié. Elle était payée à la journée et quelquefois nourrie

Ses connaissances n'étaient pas très-étendues ni son habileté très-développée, néanmoins elle suffisait, car, à cette époque, les robes étaient généralement simples; on employait de belles et surtout, de bonnes étoffes, mais on portait peu ou pas de garnitures. Les ornements se composaient de galons ou passementeries qui n'exigeaient pas un grand talent pour être bien posés, mais qui étaient cousus solidement. Quant à la coupe, personne ne l'avait étudiée sérieusement, les ouvrières avaient deux ou trois patrons, que leur avait donnés leur maîtresse d'apprentissage, et qui leur servaient pour toutes les femmes auxquelles elles prenaient des mesures; puis, le plus souvent, n'étant pas capables de tailler les corsages à l'aide de ces mesures, elles relevaient le patron sur une ancienne robe de leur cliente.

Aujourd'hui encore on voit, surtout en province, des ouvrières couturières travaillant dans ces conditions, mais elles ne font guère que les toilettes de peu de valeur et les raccommodages.

A mesure que le luxe des vêtements augmenta, l'industrie de la couture fit des progrès sensibles et la clientèle devint plus exigeante sous tous les rapports. La manière de travailler n'est donc plus la même aujourd'hui, et il est très-curieux d'étudier le changement qui s'est produit dans les habitudes, on pourrait presque dire dans le caractère de ceux qui font travailler. Aux vêtements de longue durée qu'on portait autrefois, on préfère maintenant les renouvellements fréquents qui permettent de se plier aux exigences de la mode et à la

fluctuation du goût. Cette méthode est, assurément, plus dispendieuse, mais elle répond mieux aux nécessités que crée le luxe de nos jours presque universellement accepté.

Progrès de l'industrie de la couture. — Depuis que l'instruction s'est répandue dans la classe ouvrière, il s'est formé des écoles professionnelles où les jeunes filles reçoivent non-seulement l'instruction primaire qui leur permet par la suite de travailler à leur compte et de savoir gérer leurs affaires si elles sont intelligentes et actives, mais elles y apprennent aussi à travailler et, en peu de temps, elles sont capables d'entrer dans des maisons où elles n'ont plus qu'à terminer leur apprentissage en se fortifiant dans la pratique de leur profession.

Les ouvrières d'aujourd'hui ne sont certainement ni plus adroites ni plus intelligentes que celles d'autrefois, mais on ne s'étonnera pas de la rapidité de leurs progrès si on considère tous les moyens qui ont facilité leur apprentissage. Elles acquièrent la plupart une certaine instruction qui développe les idées, elles sont toujours en contact ou même en concurrence avec d'autres ouvrières aussi capables qu'elles et quelquefois plus, enfin elles sont chaque jour témoins d'innovations qui contribuent incontestablement à former le goût pour ce genre de travail comme pour tout autre.

Lorsque le progrès de cette industrie a exigé plus de goût et d'habileté, les ouvrières à la journée ont été remplacées par des couturières qui ont formé des ateliers chez elles, et commencé à fournir à leurs clientes les garnitures et autres accessoires; puis, peu à peu, ces maisons ont prospéré et quelques-unes, devenues très-importantes maintenant, refusent ou évitent de travailler à façon trouvant sur la fourniture des étoffes le bénéfice qu'elles ne peuvent avoir sur la façon des costumes qu'elles confectionnent. Aujourd'hui, toutes les grandes maisons de couture sont parfaitement organisées; elles sont dirigées par la maîtresse ou le maître (car il y a déjà à Paris plusieurs couturiers en renom) qui ne garde que la haute direction, s'occupant de la vente, des achats et des affaires de caisse, et confiant le soin de leurs ateliers à des employées connues sous le nom de premières. Chaque première employée a sa spécialité : il y a des coupeuses, des essayeuses, et enfin des personnes chargées spécialement de diriger les ouvrières.

Dans quelques maisons on trouve un atelier pour les jupes, un autre pour les corsages et souvent même un troisième qui a la spécialité des manches. Les premières de ces trois ateliers s'entendent entre elles sur les détails de façon et de garniture des costumes commandés, et arrivent à faire des toilettes d'un ensemble parfait.

Dans les maisons de second ordre, la maîtresse fait ses achats, s'occupe de la vente et, si elle ne peut couper, essayer et diriger son atelier elle-même, elle confie ce soin à une première qui réunit l'expérience à l'habileté et remplit à la fois ces trois emplois. Chez les couturières, les modèles de costumes nouveaux se font presque toujours dans leurs ateliers et au commencement de chaque saison, ou bien ils se copient sur des gravures, dont quelques dessinateurs ont la spécialité.

Depuis qu'il y a des maisons spéciales de confections, les vêtements en général et, plus particulièrement ceux d'hiver, leur sont commandés. Les couturières font de préférence avec les robes, les manteaux d'étoffes légères ou faisant partie de costumes complets.

Spécialités de confections pour dames. — Les confectionneurs, qui prennent aussi le titre de tailleurs pour dames, n'ont généralement pas d'ate-

lier chez eux. Au commencement de chaque saison leurs fournisseurs, tels que : marchands de draperies, soieries, passementeries, etc., leur apportent les échantillons des nouveautés, puis des entrepreneurs qui ont, pour la plupart, la spécialité des créations, viennent leur offrir des modèles, qu'ils taillent et préparent chez eux soit en tissu avec garnitures soit en mousseline avec les ornements simulés à l'aide de mousseline découpée de nuances différentes, ou d'échantillons de garnitures. Lorsque les modèles sont choisis par le chef de la maison, selon son goût ou suivant le genre de sa clientèle, ils sont répétés par l'entrepreneur, créateur du vêtement, autant de fois que les commandes l'exigent en s'engageant à ne le montrer dans aucune autre maison. Il parait que ces engagements ne sont pas toujours tenus scrupuleusement soit d'une part, soit de l'autre, d'où il résulte de graves préjudices pour celui qui les a seul remplis. Si c'est le patron il a l'inconvénient, après avoir payé cher les premières confections, de les voir chez ses concurrents ; si c'est l'ouvrier, il a travaillé en pure perte car il ne trouve pas le bénéfice que devrait lui rapporter sa création.

Quelques confectionneurs ont des coupeurs chez eux, puis des ouvriers qui préparent le travail avant l'essayage et font les rectifications ; quand les vêtements sont essayés, on les confie à des entrepreneurs qui ont des ateliers dans les quartiers ouvriers, où ils paient la main-d'œuvre beaucoup moins cher que dans le centre de Paris. Les mieux organisés d'entre eux ont des scies mécaniques pour couper les tissus par quantité ; ceux qui n'en ont pas mesurent l'étoffe nécessaire pour chaque vêtement et les donnent à faire par douzaines. Ils arrivent, de cette manière, à obtenir des vêtements relativement bien faits à un prix peu élevé puisque les négociants de province viennent les acheter chez les confectionneurs en gros, et les revendent dans de meilleures conditions encore que s'ils étaient faits en province sur mesure.

Depuis quelques années, il faut le reconnaître, le goût parisien s'est transformé. Non-seulement la mode a amené des formes souvent excentriques et parfois incommodes, mais, chose plus regrettable, les produits des meilleures fabriques françaises ont été un peu délaissés pour les étoffes plus originales quoique souvent moins belles de nos voisins.

On peut remarquer aussi que le talent de l'étalagiste est devenu dans plusieurs industries presque un art. Les confectionneurs y ont été puissamment aidés par l'invention récente des bustes de formes élégantes et régulières qui remplacent aujourd'hui les anciennes carcasses de fer disgracieuses et embarrassantes. Ces bustes moulés d'après nature par un procédé spécial ont, de plus, l'avantage d'aider l'ouvrier d'une façon incontestable dans la coupe et la confection de ses vêtements.

Examen de l'Exposition de 1878. — Cette section de l'habillement des deux sexes était la plus visitée de la classe et même de l'Exposition entière, elle était d'ailleurs représentée d'une manière toute exceptionnelle : les visiteurs ont eu à examiner les confections de M. Bouillet, d'une correction de formes et d'un fini remarquable. Les expositions du petit Saint-Thomas et de la maison Jourdan et Aubry ont eu également les faveurs du public ; celle de Mme Aug. Cohu a été aussi très-remarquée. Enfin, nous citerons comme bien réussie celles de la maison Cheuvreux-Aubertot, de MM. Félix Lévy, Bouchon, Flech frères, Millette et Cie, Tainturier MM^mes^ Depret, Margaine, Cély, Béer, Casimir Périer, etc., etc. Une mention spéciale doit être faite des superbes costumes d'amazones et de chasse de M. Lavigne.

2° Vêtements d'hommes.

Formes successives des vêtements d'hommes. — Avant d'aborder l'industrie du vêtement d'hommes, telle qu'elle est aujourd'hui, nous donnerons un aperçu des progrès qu'elle a accomplis depuis l'époque où le costume a quelque rapport avec celui qu'on porte actuellement. Sans remonter à la robe qui fut le premier vêtement et devint, en se transformant, la tunique et le péplum, sans commencer à la sayète qui fut plus tard le surcot et, en s'ajustant, le pourpoint nous franchirons une grande distance et nous parlerons du costume porté sous le règne de Louis XIV.

C'est seulement à cette époque que le vêtement habille et dessine celui qui le porte; la coupe, quoique lourde et peu élégante, ressemble à celle actuelle : mêmes coutures dans le dos, même forme de manches. Le costume se divise en trois parties : l'habit, la veste, qui plus tard devient le gilet, et la culotte à laquelle succède le pantalon.

A partir de ce moment le vêtement n'est plus fait par le premier venu, la profession du tailleur d'habits existe ; mais, ce ne sont il est vrai que des ouvriers isolés travaillant à la journée, car le client achetait son drap et les galons d'or et d'argent, puis le tailleur se rendait à domicile, prenait la mesure du vêtement, le coupait, le cousait et ne quittait la maison qu'après avoir terminé son travail. Il était tributaire du brodeur, du marchand d'étoffes et empruntait à ces métiers la valeur du sien, l'élégance du costume dépendant surtout de la beauté du tissu, de la richesse des broderies et des galons or et argent.

Les habits étaient longs, carrés, sans grâce, habillant mal, et le travail en était lourd; la richesse du costume était la cause première de ces défauts, car ces vêtements, d'un prix élevé, se transmettaient en héritage de père en fils et plus d'un seigneur du temps faisait bonne mine à la cour avec l'habit qu'avait porté son père. Sous le règne de Louis XV, le costume devient, en général, plus élégant de forme : l'habit est plus ajusté, la veste a une coupe plus gracieuse, les broderies de soie remplacent les broderies d'or. On rembourre avec de la filasse l'intérieur du vêtement pour lui donner une forme qui souvent est loin d'être celle de l'homme qui doit le porter, cependant c'est l'époque du bon goût et quoique le travail des tailleurs fasse peu de progrès, on leur doit la création de l'élégant costume de chasse en velours ou en drap à boutonnières d'or qui enfantera plus tard le vêtement croisé et ajusté.

Le règne de Louis XVI apporte dans sa courte durée peu de modifications aux costumes du règne précédent. Pendant la République un grand changement s'opère, le costume est théâtral ou ridicule, mais c'est surtout sous le Directoire que les modes exagérées se font remarquer ; cependant on doit noter que de cette époque date l'habit croisé et ouvert en carré qui, en se transformant, est devenu notre habit de cérémonie, puis le gilet qui, également modifié, se porte aujourd'hui, c'est aussi à cette époque que paraît le pantalon.

Sous l'Empire et même sous la Restauration, le costume est à la fois civil et militaire, la redingote ébauchée sous la République, appelée capote sous l'Empire, est redevenue la véritable redingote sous le règne de Louis XVIII, et bien qu'elle ait subi depuis des changements dans la coupe et dans les détails, la forme primitive est restée.

Le tailleur devient commerçant. — Depuis quelque temps déjà les tailleurs occupaient des ouvrières et travaillaient à façon chez eux, mais sous le règne de Napoléon Ier un changement considérable s'opère dans la position sociale et industrielle des tailleurs. Ils commencent à entreprendre la fourniture des

étoffes et de tous les accessoires du vêtement. On cite à cet effet que Léger, le premier tailleur plus entreprenant que ses confrères et qui leur ouvrit cette voie, eût l'avantage de faire pour Napoléon Ier une redingote dont il fournit le drap, l'exemple fut trouvé bon et on le suivit. Des tailleurs de renom, parmi lesquels Legeay et Gardiennet, ayant une riche clientèle furent les premiers à donner, par ce moyen, une grande extension à l'industrie du tailleur; d'autres suivirent et le succès fut rapide car le client n'ayant à se déranger qu'une fois pour choisir le drap et commander son vêtement y gagnait aussi.

De ce jour, grâce toutefois à l'abolition des privilèges des arts et métiers, tous les tailleurs devinrent des commerçants, c'est-à-dire vendant les draps, tissus, doublures et tous autres accessoires nécessaires à la confection des vêtements le travail à façon disparut bientôt des grandes villes et un demi siècle plus tard on n'en rencontrait plus que de rares exemples en province.

Origine de la confection. — Tout n'était pas cependant pour le mieux. Le commerçant prospérait, mais le client et l'ouvrier se plaignaient, car au commencement des saisons, tous les acheteurs avaient à la fois besoin de vêtements; et étaient souvent obligés d'attendre parceque la main-d'œuvre insuffisante ne permettait pas au tailleur de les servir rapidement. D'un autre côté, les ouvriers, surchargés de travail pendant quelques mois de l'année, étaient réduits le reste du temps à un chômage absolu, de sorte que, malgré les bons moments, la situation de l'ouvrier tailleur ne pouvait être que précaire.

Peu après les guerres de l'Empire, la France, travailleuse et économe, commençait à jouir d'un bien-être relatif, le petit commerçant, l'ouvrier rangé abandonnèrent peu à peu la blouse pour le vêtement de drap les jours de cérémonie d'abord, les dimanches ensuite; mais le tailleur sur mesure était très-cher et ne pouvait suffire à tout pendant la saison. Cette situation connue de tout le monde et dont chacun souffrait donna l'idée à quelques commerçants d'essayer de fabriquer des vêtements et de les vendre tout faits en faisant choisir aux acheteurs le tissu en même temps que le vêtement à leur taille. Voulant surtout s'adresser à la population laborieuse, la plus stricte économie fut apportée dans le système de production. Les premiers confectionneurs achetaient des étoffes démodées, qui embarrassent toujours les magasins, avec une réduction de prix considérable, puis pour la main-d'œuvre, ils tiraient bon parti des chômages forcés des ouvriers en payant la façon bien meilleur marché que pendant la bonne saison. On produisit ainsi, à bas prix, des vêtements de drap qu'on pouvait vendre bien au dessous des tarifs des tailleurs, telle est l'origine de l'industrie qui est devenue si importante et qu'on nomme la *confection pour hommes*.

A partir de ce moment, l'industrie du vêtement se divise en deux grandes branches : 1° Le tailleur qui fournit le drap ou autres tissus et accessoires choisis par le client pour lui faire un vêtement sur mesure; et 2° la confection ou vêtements tous faits parmi lesquels le client choisit celui dont le tissu lui convient et qui lui va le mieux.

Ces deux industries marchent parallèlement et se complètent au plus grand avantage du client et surtout pour la population bourgeoise commerçante et ouvrière, elles satisfont les mêmes besoins mais dans les conditions différentes qui motivent leur existence.

Industrie actuelle des tailleurs. — Le tailleur, qui autrefois achetait pour ainsi dire au jour le jour des étoffes chez le marchand drapier, ses fournitures au magasin de mercerie, s'est ensuite adressé directement au fabricant qui lui soumet ses échantillons et auquel, plus de six mois avant la saison, il commande les tissus dont il prévoit la vente.

C'est le tailleur de Paris qui crée la mode chaque année et qui donne le ton dans le monde entier, il ne fait pas deux années de suite le même vêtement de la même façon, mais ce qui le distingue tout particulièrement, c'est que chez lui le client choisit le tissu qu'il désire sur la pièce, le tailleur lui prend la mesure, coupe et prépare le vêtement, l'essaye, le modifie, le corrige, le moule sur la personne, enfin le fait aller correctement dans toutes ses parties, puis le fait terminer avec tout le soin possible par des ouvriers spéciaux et habiles. Il livre donc un vêtement irréprochable, c'est, comme on le sait, un travail qui nécessite des soins pour lesquels le tailleur a dû répondre à une foule de petites exigences du client et que celui-ci paie, c'est très-juste.

Nous avons dit que les ouvriers tailleurs avaient été pendant longtemps obligés de subir des chômages longs et se renouvelant deux fois par an, car autrefois on avait l'habitude de se faire habiller régulièrement pour chaque saison, les uns plus tôt, les autres plus tard, néanmoins, le travail avait toujours une trop courte durée pour l'ouvrier; depuis une vingtaine d'années cette situation cependant s'est améliorée, un certain nombre d'ouvriers peut supporter la mauvaise saison sans faire autre chose, et pour d'autres elle est moins longue, la raison en est dans la mode actuelle qui offre beaucoup de variations, car on porte maintenant des habits, des redingotes, les unes croisées les autres non croisées, des paletots et des jaquettes de toutes formes, puis les étoffes de fantaisie font beaucoup moins d'usage que les anciens draps et castors, enfin les besoins et le goût, ont aussi augmenté la consommation dans une grande proportion.

Malgré la concurrence commerciale des établissements de confection qui se sont perfectionnés en se développant, les tailleurs ont rivalisé de zèle et ont soutenu l'honneur de leur corporation en continuant à donner le signal du goût et du bon ton.

Sous le règne de Charles X, la mode ne transforme pas beaucoup le costume, cependant les vêtements se portent plus ouverts et facilitent la vue du linge alors très-élégant, les habits, quoique moins rembourrés et plastronnés, sont encore garnis fortement à l'intérieur; c'est surtout depuis 1835 que le progrès s'accentue. L'ouvrier par la finesse de son travail, et le maître tailleur par sa coupe qui cesse d'être routine pour devenir méthode, impriment à cette industrie une marche ascendante.

Les systèmes de coupe commencent à se démontrer; *Barde* marche le premier dans cette voie, homme de goût et de talent, il crée les professeurs de coupe. A la même époque de grands tailleurs fondent d'importantes maisons, les Blain, les Chevreuil donnent l'exemple et d'autres les suivent, c'est grâce à eux, que Paris donne aujourd'hui la mode au monde civilisé.

Les vêtements pour hommes exposés en 1878, par les tailleurs étaient fort remarquables car ceux-ci ne s'étaient jamais trouvés réunis en aussi grand nombre pour faire assaut de talent et de bon goût et étaler une variété de costumes pouvant répondre à tous les besoins.

Rien n'y manquait : les petites et les grandes livrées aristocratiques, de M. Mouillet; les costumes de voyage, les habits de ville et de soirées exposés par MM. Troin, Versini, Dégremont, etc., etc.; les amazones et costumes de chasse par M. Barge; les costumes d'enfants par M. Lacroix; les costumes militaires par MM. Rieu Rost, et Bonamy et Ducher; et un superbe costume des chevaliers de Malte par M. Napoléone; et plusieurs costumes d'ambassadeurs.

Les magasins de confection. — Le magasin de confection diffère du tailleur en ce qu'il réunit des collections de vêtements tout faits, de divers tissus de qualités fort variables, de toutes formes et de toutes mesures suivant la mode

moyenne du moment ; de sorte qu'une personne entrant dans le magasin peut y choisir un vêtement d'un tissu à son goût et qui lui va, aussi bien que possible, car bien que les numéros de tailles soient multipliés, chacun correspond à une moyenne rationnelle sans être toujours absolument et exactement approprié dans toutes ses parties à la personne qui le porte ; mais l'acheteur y trouve de l'économie, il ne dépasse pas la somme qu'il veut ou qu'il peut dépenser et il est servi instantanément d'un vêtement qui lui va convenablement bien.

Cette industrie, née des besoins que ne pouvaient satisfaire des moyens limités de production, a rendu d'éminents services à la société. L'honnête ouvrier qui n'avait pas le moyen d'acheter un vêtement de haut prix a trouvé tout ce qu'il lui fallait dans le magasin de confection. Aussi nous n'exagérons rien en disant que ce commerce est de première utilité, qu'il a rendu de grands services et contribué à l'amélioration de nos mœurs, car, si noblesse oblige, costume oblige aussi et l'ouvrier en redingote se respecte beaucoup plus que l'ouvrier en blouse, qui du reste commence à être rare.

Le magasin de confection a, d'année en année, amélioré sa fabrication, il s'est développé rapidement, depuis fort longtemps il dédaigne les étoffes démodées et, les progrès de l'outillage aidant, une industrie auxiliaire relative aux draps s'est pour ainsi dire créée. Elle a pris une grande importance à Vienne, en Dauphiné, et dans quelques villes du midi ; cette fabrication, dans laquelle on emploie toutes les vieilles laines (bas, chiffons, couvertures) qu'on peut trouver, et même du coton date de 1838 à 1840, elle a progressé rapidement en produisant des draps de dessins et d'aspect imitant les produits de Sedan, d'Elbeuf, de Louviers, etc.

La machine à coudre. — Vers 1854 la machine à coudre apparait et permet à la fabrication de produire plus rapidement, et à plus bas prix ; puis, la clientèle composée dans le principe de petits commerçants et d'ouvriers peu difficiles, dont le budget nécessairement limité n'autorisait pas de grandes dépenses s'est améliorée, développée et est devenue plus exigente en même temps que la prospérité des affaires permettait aux maisons la multiplication des modèles et d'établir pour chaque forme de vêtement un grand nombre de spécimens dont les dimensions varient si peu de l'un à l'autre que chacun peut trouver à sa taille le vêtement qui lui va. Nous parlons ici bien entendu des maisons de premier ordre, qui ont jusqu'à cinquante grandeurs variées pour un seul modèle.

A l'Exposition de 1878, les vêtements confectionnés étaient variés et présentés avec cet art d'étalage dont les chefs de rayons ont seuls le secret. Plusieurs maisons de province avaient exposé leurs produits à côté de ceux des principaux confectionneurs de Paris.

La maison de la *Belle Jardinière*, se distingue entre toutes pour la bonne qualité de ses produits, le soin apporté à leur fabrication et surtout leur grande variété.

III. — CHAPELLERIE.

Préliminaires. — La chapellerie est une industrie divisée en plusieurs branches d'égale importance. Les chapeaux de feutre en usage depuis plus de six siècles. Ceux de paille connus depuis trois cents ans et qui ne sont d'un emploi général que depuis une cinquantaine d'années; enfin la chapellerie de soie plus récente, date de cent ans environ et ne s'est développée beaucoup que depuis quarante ans.

La différence considérable qui existe entre la fabrication de ces divers genres de coiffures est sans doute la cause qu'aucune manufacture importante ne centralise ces trois industries dont les matières premières ne sont pas les mêmes et qui nécessitent pour leur mise en œuvre des ouvriers spéciaux et des machines n'ayant aucun rapport entre elles. Nous trouvons donc là trois industries distinctes que nous décrirons séparément en suivant l'ordre de leur ancienneté.

Chapellerie de feutre.

Les études sur l'Exposition de 1867 (1) contiennent un résumé historique sur les diverses variétés de coiffures européennes (page 402, Tome V, Bouget de Lisle) et un mémoire sur les matières premières employées dans la fabrication du feutre. en tête de notre compte-rendu sur le matériel de l'Exposition de 1867 (page 37 Tome 8). Dans ces divers mémoires et dans notre second chapitre relatif au matériel et aux procédés de fabrication des chapeaux de feutre, (page 46 du Tome 8) on trouvera décrits minutieusement les moyens perfectionnés en usage aujourd'hui. Nous prierons donc nos lecteurs de vouloir bien se reporter à ces descriptions, cela nous dispensera de nous étendre ici bien longuement sur la fabrication et surtout de nous répéter. Nous parlerons seulement de la situation actuelle de cette branche de manufacture.

L'industrie française de la chapellerie de feutre qui, autrefois, était exercée dans divers pays, tend, depuis une vingtaine d'années, à se concentrer et à s'organiser sur une plus large échelle. Des besoins nouveaux et considérables se sont manifestés à l'intérieur et nous avons actuellement à lutter contre la production économique de divers pays étrangers, mais le développement de cette industrie ne s'est opéré que dans les produits communs plus faciles d'ailleurs à obtenir mécaniquement que les belles qualités.

L'emploi des matières fines et coûteuses, telles que le poil de rat gondin, de rat musqué, de castor, était déjà en partie abandonné, lorsque le chômage des usines françaises, l'année de la guerre, amena dans nos relations commerciales extérieures des habitudes défavorables à notre industrie.

Les commissions en nombre considérable s'étaient accumulées pendant nos deux années de souffrances et malgré l'ardeur des fabricants à reprendre leur travail, ils ne purent pas, dans un temps aussi court qu'il aurait fallu, satisfaire les demandes étrangères et les besoins de l'intérieur; les détenteurs de ces commissions se procurèrent des produits de fabrication belge et anglaise de médiocre qualité et les expédièrent où jamais ils n'étaient allés. Telle est la cause unique du développement de la fabrication belge, en grande partie de la fabrication anglaise et, par contre-coup, de celle de l'Allemagne, depuis cinq à six

(1) Chacun de nos collaborateurs aura souvent à citer nos *Etudes sur l'Exposition de* 1867, nous n'y reviendrons donc plus, nous joindrons à notre dernier fascicule la table de ce travail remarquable à tant de titres. (*Note de l'Editeur.*)

ans Ajoutons à cela les bas prix de la main-d'œuvre en Belgique, en Allemagne et en Autriche, où l'on paie 3f,50 la journée de l'ouvrier qui vaut 6 francs en France, et 1f,50 la journée d'une femme payée ici 2f,50 et 3 francs.

Depuis quelques années, la mode, c'est-à-dire la forme des chapeaux de feutre, change plus que les matières premières employées et les procédés de fabrication. Nous devons noter l'usage beaucoup plus répandu du chapeau de feutre pour la coiffure des dames; ces chapeaux, de formes souvent bizarres, sont faits dans les qualités les plus variables, depuis le drap feutré le plus commun jusqu'aux feutres les plus fins, en passant par toutes les matières intermédiaires, laines et poils de toutes qualités, purs ou mélangés, soit unis soit à poils longs dits flamands.

Les chapeaux d'hommes ne varient guère que par leur hauteur ou la largeur des bords, mais comme ces coiffures sont réputées de fantaisie, un chapeau de forme quelconque est presque toujours à la mode ou tout au moins n'est pas ridicule. Depuis dix années, l'usage des chapeaux de feutre pour hommes a encore augmenté en France; car, si la concurrence étrangère a disputé à notre fabrication une partie des marchés d'outre-mer, les besoins du pays se sont accrus dans une large mesure au détriment de la casquette, du béret et de quelques autres coiffures spéciales à certaines provinces.

Les chapeaux de laine sont entrés dans la consommation pour une bonne part, les usines se sont développées en même temps que la fabrication mécanique a pris plus d'extension, car, en 1867, une partie seulement du travail concernant la préparation des matières et le bastissage étaient faits mécaniquement. Le foulage à la main a disparu presque complétement depuis une grève des ouvriers fouleurs qui y a un peu contribué en rendant les fabricants moins exigeants dans le travail des premières machines à fouler. Mais elles sont aujourd'hui assez perfectionnées pour être employées pour toutes les qualités sans produire de déchets.

Quant aux autres opérations, au dressage de foule, par exemple, et surtout à la tournure, malgré des essais faits dès 1825, de laborieuses recherches et des expériences poursuivies de divers côtés depuis cette époque, il n'y a que fort peu de temps qu'on est arrivé à dresser de foule manufacturièrement.

La tournure et le pressage obtenus mécaniquement sont suffisamment bien pour les chapeaux de dames et pour ceux d'hommes, en laine et poils ordinaires; et l'on est en bon chemin pour les chapeaux fins, mais les fabricants estiment que tous les obstacles ne sont pas franchis encore et que les machines ne peuvent pas, à l'heure qu'il est, remplacer l'ouvrier tournurier pour les chapeaux des plus belles qualités.

La chapellerie de feutre de poils a augmenté sa production ainsi que celle de laine, mais dans les qualités ordinaires seulement; les fines ont été délaissées à tel point que maintenant on ne coupe plus qu'une seule qualité de poils, tandis qu'il y a dix ans une peau en fournissait trois, dont les prix étaient fort différents. Depuis quelques années, il est de plus en plus difficile de se procurer des poils de qualité supérieure.

L'usage des foulons a puissamment contribué au développement des usines de chapellerie, le dressage mécanique est aussi une innovation récente, mais, malgré l'augmentation considérable de la production des chapeaux et le bon marché résultant de l'emploi de matières moins coûteuses et de la fabrication mécanique, les manufactures françaises ne profitent pas même de toute la consommation intérieure : nos fabricants ont à lutter avec l'Angleterre et ils luttent en ce moment avantageusement. On a pu remarquer dans les vitrines anglaises de l'Exposition, l'absence totale des chapeaux souples ou apprêtés en laine ou laine mélangée au poil, dont la comparaison avec les

nôtres n'aurait peut-être pas été en leur faveur. Mais la Belgique, l'Allemagne et même l'Autriche vendent à Paris.

Le Brésil, l'un de nos meilleurs débouchés autrefois, fabrique énormément maintenant; le Mexique fournit à sa consommation, et la Havane produit aussi les articles ordinaires. Néanmoins, nous leur fournissons encore, en concurrence avec les autres pays de production, les chapeaux communs qu'ils ne font pas.

Le perfectionnement des machines a apporté dansla fabrication, une constante et sérieuse amélioration qui se traduit par une meilleure qualité de produits : avec moins de poils, on bastit mieux et plus régulièrement, puis on fait de meilleurs mélanges et on introduit, avec une grande perfection, une nappe de poussière entre deux nappes de bon poil, en faisant le bastissage.

La tendance générale est de produire des chapeaux qui, en qualité inférieure, aient la forme, la finesse et la couleur des chapeaux de bonne qualité. Ce but ne sera atteint que par le perfectionnement des procédés mécaniques et l'économie dans la main-d'œuvre.

Il est à souhaiter que ces perfectionnements soient bientôt assez complets pour permettre aux futurs industriels de s'affranchir des ouvriers spéciaux, exigeants et coûteux, et, par cela même, des grèves, en installant des usines dans des pays où la vie soit à bon marché, où l'on puisse avoir l'eau comme moteur, ce qui est une source d'économie, et où l'on trouve des ouvriers moins habiles, peut-être, mais suffisants pour travailler aux machines. Il en résultera sur l'organisation générale actuelle une économie dans la production et pourra aider nos fabricants à rouvrir des débouchés qui leur sont actuellement fermés ou disputés.

Examen de l'Exposition de 1878. — Les produits de la chapellerie de feutre et de laine étaient fort beaux; chaque industriel avait apporté les meilleurs spécimens de sa fabrication, dont l'ensemble constituait une variété remarquable de chapeaux.

Parmi les plus soignés, nous devons citer les produits de M. Quénot, ses chapeaux en feutre ras et genre flamand ne laissaient rien à désirer. — Nous devons également citer, comme fabrication très-soignée des belles qualités, les expositions de MM. Mossant et fils, de M. Coupin d'Aix et de la Manufacture des feutres et chapeaux; mais la vitrine la plus remarquable était certainement celle de MM. Haas et Cie dont les produits variés : chapeaux de feutre, de paille et de fantaisie pour enfants étaient groupés avec art et bon goût. — Les produits de la maison Leduc étaient fort loués des connaisseurs. — MM. Mégemont frères et fils avaient une collection complète de chapeaux en laine et en poils, pour dames, et en ces deux matières mélangées remarquables par leur teinture. — MM. Coq et Pelloutier ont exposé des chapeaux de dames bien faits et de belles qualités en poils feutrés dont ils ont la spécialité. — MM. Provot frères ont montré les produits courants et de grande consommation qu'ils fabriquent en quantité. — Enfin, pour le feutre, nous ne saurions sans injustice ne pas nommer MM. Joseph Maraval d'Alby, Galoffre, Besson frères, Vannot et Bert, dont les expositions ont fait honneur à la section française.

Celle de M. Gandriau, composée spécialement de chapeaux de laine, était très-remarquable; nous devons ajouter que cet industriel a su perfectionner ses procédés de fabrication, et les augmenter de manière à produire bien, et en grande quantité, des chapeaux qui se vendent en concurrence avec ceux des pays de production les plus considérables.

Chapeaux de paille.

Les chapeaux de paille, fabriqués depuis fort longtemps, sont formés de tresses faites d'un certain nombre de bouts de paille qui, selon leur grosseur, produisent des tresses larges ou étroites et plus ou moins épaisses, dont nous ferons l'objet de notre premier paragraphe. Ces tresses sont ensuite assemblées par superposition ou par rapprochement, et fixées ensemble par une couture ordinaire ou remaillage; mais ce travail ne se fait que dans le pays même où doit se porter le chapeau, surtout pour ceux de femmes qui doivent être cousus selon la forme, à la mode du moment, la paille se prêtant fort peu à un changement de forme après l'assemblage des tresses.

Depuis un certain nombre d'années, en France, on fabrique principalement, avec des produits exotiques, le panama et le latanier, des chapeaux nattés, c'est-à-dire sans couture et faits d'une seule pièce. Cette industrie, peu connue dans ses détails, formera notre second paragraphe.

Chapeaux de paille tressée. — *Fabrication des tresses en Italie.* — Les chapeaux de paille dits d'Italie sont employés depuis plus de trois cents ans (1). Les paysans ont commencé à faire des tresses de paille, à les coudre ensemble, et à en former des chapeaux pour leur usage. Ces coiffures étaient nécessairement fort grossières dans le principe, mais peu à peu, et grâce à l'habileté acquise, les tresses devinrent plus régulières et plus fines, leur réunion prit une forme meilleure, et bientôt le produit grossier fait par le paysan devint un objet de vente aux environs des pays où ce travail s'exécutait. Tel fut le point de départ de cette industrie naissante et d'un commerce qui, plus tard, fut considérable, et s'étendit dans le monde entier.

La fabrication primitive s'est considérablement améliorée; la paille spéciale pour les tresses est cultivée exprès; elle est de peu de hauteur et fine; on la cueille avant la maturité complète du grain, quand elle a encore de la souplesse et qu'elle n'a pas jauni.

Cette paille, d'inégale grosseur, est coupée en plusieurs parties dont chacune est destinée à une tresse de grosseur différente; le bas fait la grosse tresse, et le haut la fine; elles forment ainsi des chapeaux de différentes qualités. Mais, comme tous les articles de mode, le chapeau d'Italie a subi plusieurs bonnes et mauvaises fortunes, et, dans le siècle dernier, sa vente était limitée à la consommation intérieure. Dans notre siècle, après les guerres de l'Empire, de 1815 à 1818, cette industrie se développa sensiblement, et on comptait environ quarante mille personnes occupées et gagnant de $1^{f},12$ à $1^{f},68$. De 1818 à 1822, de nombreuses ventes faites en Angleterre firent augmenter la production d'un tiers; les ouvrières, au nombre de soixante mille environ, gagnaient jusqu'à $2^{f},45$ par jour. A ce moment, l'Amérique fit de nombreuses demandes qu'on dut satisfaire par un surcroît de production; 80,000 ouvriers et ouvrières ont été employés, moyennant un salaire de $1^{f},70$ à $5^{f},60$ par jour.

(1) On ne connaît pas exactement l'époque à laquelle a commencé la fabrication des chapeaux de paille en Italie, mais il est certain que, dès le XVIe siècle, son usage était connu et apprécié. Quoique l'on n'ait pas de données exactes sur l'importance de ce commerce, on sait pourtant qu'à cette époque il avait acquis une certaine extension, par l'impulsion que lui avait donnée M. Domenico Michelacci de Bologne, ainsi que le rappelle l'inscription gravée sur la pierre qui couvre son tombeau dans l'église de Signa, ville dans laquelle on a commencé la culture de la paille, qui s'est ensuite étendue dans toute la province, et au-delà.

C'est à partir de cette époque que la fabrication des tresses de paille est devenue une véritable et importante industrie dans l'État de Florence. Jusque là les ouvriers y travaillaient à leurs heures perdues, mais alors ils s'y adonnèrent complétement, et prospérèrent rapidement; les villages sont devenus de petites villes, l'aisance est venue pour tous, et la fortune pour plusieurs.

En 1826, il y eut un ralentissement dans la consommation, et par conséquent un excédant dans la production. Mais des perfectionnements apportés dans la fabrication donnèrent un nouvel élan à la vente des produits. On fit la tresse en onze bouts. Des machines furent inventées pour trier les pailles suivant leur grosseur, et les couper à une longueur uniforme. On a pu ainsi employer le pédale (pied de la paille plus gros et plus blanc que la pointe), qu'on avait rejeté jusque là. Le commerce prit un nouvel essor, en même temps qu'on employa ce pédale à des tresses moins serrées ou formant des dessins; ce genre de tresse fantaisie date de 1828 et est dû à M. Nannuci.

Les tresses d'Italie ont toujours été relativement bon marché, parce que les femmes y travaillent à leurs heures perdues, tout en s'occupant de leur ménage. La production en 1858 était d'environ quinze millions de francs, et occupait cent mille ouvriers.

A la même époque on exportait de Toscane :

Paille	2370	hilogrammes.
Tresses	167,618	—
Chapeaux	278,596	

Mais après quelques années ces nombres étaient plus que doubles.

La fabrication dans la famille laissa fort à désirer, à certains moments, notamment sous le rapport de la longueur des tresses. Pour supprimer les abus, les négociants firent, le 3 juin 1864, un compromis par lequel ils s'engageaient à refuser aux ouvriers toute tresse ayant moins de cinquante mètres de longueur. En outre de la Toscane, on fabrique des tresses à chapeaux dans les Romagnes et la Vénitie, mais en moins grande quantité, bien que la province de Vicence fasse continuellement des progrès.

Tresses de riz. — On nomme tresses de riz, bien à tort, les tresses faites de petites lames de bois de saule, que l'on divisait autrefois avec un rasoir (la paille de riz n'est bonne à aucun usage). Cette fabrication est moins ancienne que la précédente, elle date cependant de plus d'un siècle, et semble avoir été créée par un nommé N. Biondo.

Les chapeaux en tresses de riz se font exclusivement dans la province de Modène, et principalement à Carpi et dans ses environs. On a peu de renseignements sur la fabrication à cette époque. Mais depuis le premier quart de ce siècle, on a pu suivre les progrès de cette industrie.

En 1817, G. Billodi de Mirandola a inventé une machine à couper le bois avec une précision et une finesse extraordinaires, qui a permis de donner à cette fabrication un développement considérable, à cause de la variété et de la perfection de ses produits; en 1844, cinq à six mille ouvriers des deux sexes y travaillaient toute l'année. Les tresses sont faites par des femmes comme en Toscane; elles font également les plateaux (1), mais avec les doigts seulement, et sans l'emploi d'aucun fil; on fait des tresses depuis trois jusqu'à vingt-et-un bouts et plus, et de mille dessins différents.

(1) On nomme ainsi une sorte de plaque de pailles tressées d'un seul morceau que le négociant coupe en trois parties pour le fond, le tour et le bord d'un chapeau, puis qu'il réunit entre elles par des coutures.

Depuis plus d'un siècle, une maison spéciale s'est livrée à cette industrie qu'elle a portée au plus haut point de perfectionnement; c'est à la maison Menotti de Carpi, qui a fait d'incessants efforts dans le but de propager ses produits, et qui a donné tous ses soins et fait d'énormes sacrifices pour y apporter le plus d'améliorations possibles, qu'on est redevable de l'heureux résultat obtenu. Grâce à son commerce d'exportation de soie, elle fit connaître à l'étranger cet article qui aujourd'hui jouit d'une grande faveur en France, en Angleterre, dans toute l'Europe et jusqu'en Amérique.

Depuis une dizaine d'années la fabrication a pris une extension extraordinaire, et depuis l'enfant jusqu'au vieillard, tous y travaillent fructueusement. C'est avec cette matière que l'on fait aussi les chapeaux vendus à si bon marché (quelques centimes) et qui sont exportés dans le monde entier.

Fabrication des tresses en Angleterre. — L'Angleterre est, après l'Italie, le pays où la fabrication des tresses et des chapeaux de paille tressée, a le plus réussi. Les habitants de Luton, comté de Bedfort, Saint-Albin et de quelques autres pays ne s'occupent absolument que de cette industrie; et, comme en Italie, les Anglais cultivent une paille spéciale pour leurs tresses.

L'usage des chapeaux de paille a pris un développement considérable chez nos voisins d'outre-Manche, à un tel point qu'en toutes saisons, hiver comme été, le chapeau de paille est bien porté; on en fait de toutes couleurs qu'on double en soie, en peluche ou autres tissus chauds pour la saison froide.

Les ouvriers anglais sont occupés toute l'année à la fabrication des tresses; pendant la morte-saison, où dans les autres pays les fabricants doivent occuper leur personnel à d'autres travaux souvent peu lucratifs, ils font des produits de moins bonne qualité qu'ils expédient aux Indes. C'est pour eux un débouché très-important, car cette ressource extrêmement avantageuse, assurant du travail à l'ouvrier toute l'année, leur permet d'établir des prix plus favorables que les fabricants des autres nations, et d'être toujours prêts à livrer les commissions les plus considérables en un temps très-court. Leurs chapeaux sont d'ailleurs bien cousus et bien confectionnés, quant à la fabrication courante qui n'a rien à voir avec la mode.

Fabrication des tresses en Suisse. — La Suisse, après l'Angleterre, commença la fabrication des chapeaux en tresses de paille, soit avec des pailles de petite grosseur, soit en coupant les brins en trois ou quatre parties à l'aide d'un petit instrument. C'est dans ce pays, que les chapeaux fantaisie ont d'abord été faits; l'aloès, le coton, le crin et diverses autres matières ont été employées, mais, comme ce sont des articles de fantaisie, l'importance de la fabrication est variable.

Fabrication des tresses en Belgique. — Le tressage de la paille dans ce pays a lieu depuis longtemps; il y a plus de cent ans que les paysans de la province de Liége faisaient des tresses de paille, et les cousaient ensemble pour s'en faire des chapeaux; mais ce travail, limité aux besoins de chacun, n'est devenu un commencement d'industrie et n'a été l'objet d'un commerce qu'il y a une soixantaine d'années; leur exportation en France ne date que de 1830.

La Belgique fabrique bien les tresses courantes; on y fait aussi les tresses à sept bouts, à onze bouts, et même celles à jours avec des pailles du pays; les Belges coupent aussi des pailles en plusieurs parties comme les Suisses et les Italiens, et cousent bien les tresses ensemble.

Fabrication des tresses en France. — La France fabrique peu de tresses; on ne peut guère compter que les environs de Toulouse où l'on tresse la paille

pour faire des chapeaux communs. Des essais tentés dans les environs de Grenoble pour faire des tresses comme celles de Florence, ne donnèrent pas de résultats heureux, la matière et la main-d'œuvre ne s'y prêtant pas ; mais, par contre, la France achète beaucoup de tresses aux pays voisins. Paris surtout en emploie une très-grande quantité qui viennent de l'Angleterre, de l'Italie, de la Suisse et de la Belgique, et qui sont cousues ici.

Fabrication des chapeaux en tresses de paille — Chaque pays qui fabrique des tresses fait bien également leur couture. Pour les chapeaux d'hommes, rien n'est plus facile, puisqu'ils affectent une forme ronde ou légèrement ovale, de sorte qu'on peut même les coudre sur une forme ronde, et obtenir par l'apprêt l'ovale nécessaire.

Il n'en est pas de même pour les chapeaux de dames, dont la forme suit la mode, et nous savons qu'elle change souvent; tantôt le chapeau est rond, plus tard il est ovale, ensuite il devient plat ou pointu, mais, quelle que soit sa forme, la couture doit toujours être faite dans le pays de consommation pour qu'il soit à la mode du moment. Les moyens employés pour la couture des tresses sont de deux sortes : la couture à la main et celle à la machine.

Couture à la main. — La couture à la main est encore jugée nécessaire par les fabricants, qui ont cependant grand intérêt à s'en passer complétement. Mais, pour les pailles fines et les tresses simples, le peu de consistance de la matière ne supporterait pas les moyens d'entraînement des machines en usage maintenant, sans détérioration ; puis, quelle que soit la finesse des points des machines les plus perfectionnées, les fils seraient trop visibles sur les tresses, tandis que l'ouvrière, en cousant, cache ses points soigneusement, et fait un travail d'un fini irréprochable.

Couture à la machine. — Toutes les machines spéciales à coudre les tresses de paille sont également bonnes pour confectionner les chapeaux d'hommes; le peu d'ovale qu'ont ordinairement ces coiffures, et le peu de variation dans la mode, en dehors de quelques formes adoptées généralement, permet de les coudre soit en commençant par la rosette, soit par le bord, indifféremment; les machines qui donnent les meilleurs résultats sont celles qui, tout en faisant une couture solide, laissent paraître le moins de fil, et, à cet égard, la machine américaine de M. Leduc et celle de M. Legat nous semblent remplir les meilleures conditions d'une bonne fabrication.

La couture à la machine des chapeaux de femmes est plus difficile de beaucoup, quoi qu'il ne s'agisse ici, bien entendu, que de tresses doubles; la difficulté vient de la forme parfois bizarre et irrégulière qu'on se plait à donner à ces coiffures. Il arrive souvent que l'ovale du fond est fort allongé pour une très-petite largeur, les flancs sont bas sur les côtés et très-hauts par devant et par derrière, enfin le bord nul devant, est large sur les côtés. Ces variations de formes doivent s'obtenir avec une même tresse dont on écarte les brins dans les grandes largeurs pour les superposer dans les parties étroites; ce travail qui, comme on le comprend, nécessite les soins d'ouvrières très-expérimentées, est difficile à faire sur une machine, dont le fonctionnement doit être rapide pour être économique ; on est arrivé cependant à l'exécuter dans de bonnes conditions; mais il est indispensable de commencer par la rosette pour terminer par les bords. La machine de M. Legat est munie de guides et d'entraîneurs convenant à toutes les largeurs de tresses; ses moyens rapides et sûrs d'augmenter ou de diminuer, même pendant le travail, le croisement des tresses, permet aux ouvrières de réussir convenablement la couture des chapeaux des formes les plus difficiles à obtenir. Les fabricants qui sont entrés dans cette

voie en tirent un excellent parti, en économisant sur la main-d'œuvre, et en pouvant disposer pour le moment voulu d'un matériel de production rapide.

Les autres machines de différents systèmes, même à chaînette, employées à Lyon et en Angleterre, ne sont propres qu'à coudre des chapeaux communs.

Apprêt, repassage et ornementation. — La couture étant faite suivant la forme du chapeau, celui-ci doit ensuite être apprêté et repassé. L'apprêtage consiste à l'enduire d'un liquide gommé, à le mettre sur la forme exacte qu'il doit avoir, et enfin à le repasser. Le repassage se fait soit à la main, au fer, soit à la machine par pression. Le travail au fer semble indispensable pour les pailles fines et blanches, dont la blancheur ne s'altère pas, et qui ne se grossissent pas ensuite comme lorsqu'elles sortent d'une machine.

Mais pour les pailles ordinaires, et pour une fabrication importante de chapeaux de formes semblables, les machines à presser rendent des services considérables; l'économie de temps et la rapidité obtenues dans la production, permettent dans beaucoup de cas, notamment pour les produits à bon marché, de lutter avec la fabrication étrangère.

Quant à la forme et à l'ornementation des coiffures de dames, la France règne sur l'Europe en souveraine incontestée; les modes françaises ont un prestige unique dans le monde, et de toutes les capitales de l'Europe, Londres, Vienne, Saint-Pétersbourg, Berlin, Turin, Milan, Madrid, Lisbonne, etc., etc., les fournisseurs et modistes viennent à Paris deux fois par an, en février pour les modes d'été, et en septembre pour les modes d'hiver, se pourvoir des modèles nouveaux, créés par les maisons renommées pour leur bon goût. Ils achètent ici un certain nombre de chapeaux tout finis, puis les matières pour les reproduire en grande quantité, telles que des pailles apprêtées et repassées, velours, rubans, plumes, oiseaux, fleurs, agrafes, mouches, etc. etc., et mille autres petits objets de si peu de valeur, et qui ornent si bien la toilette des dames.

La Russie achète en France beaucoup de chapeaux complétement ornés et terminés. L'Angleterre et l'Italie se pourvoient surtout des modèles nus qu'on orne sur nos modèles terminés. Nous pouvons dire que l'Europe, en fait de mode, ne semble pas faire le moindre effort pour créer, mais se repose absolument de ce soin sur Paris.

Examen de l'Exposition. — MM. Laffond et Leborgne ont exposé les chapeaux communs et à bon marché qui se fabriquent à Toulouse, à Grenoble et dans les environs de ces deux villes. — M. Delattre avait une collection de chapeaux de dames, formés de pailles de production et nature différentes, dont plusieurs très-fines. bien cousues, bien apprêtées et bien finies; on a surtout remarqué un chapeau fin, sur lequel une tresse fantaisie et dentelée avait été cousue en relief, en forme d'ornement, sur celle du chapeau. — La maison Davasse a exposé des chapeaux de paille unie et quelques modèles fantaisie, parmi lesquels un chapeau formé avec des tresses teintes aux couleurs de l'arc-en-ciel; on a peut-être réalisé là un tour de force de fabrication, mais le résultat était d'un goût douteux. — MM. Chaumonot et Cie ont exposé des chapeaux de dames, en tresses de paille et des ornements détachés en paille, jais, etc., etc.

Chapeaux nattés fabriqués avec des produits exotiques.

Matières premières. — Les chapeaux de latanier et ceux dits panamas diffèrent des autres variétés de chapeaux de paille, autant par la matière première employée que par le mode de fabrication. Leur production fait l'objet

d'une industrie considérable et intéressante à plusieurs titres : elle est une conquête française sur l'industrie américaine, et aussi précieuse pour les contrées où elle s'exerce, qu'importante par les transactions auxquelles elle donne lieu. Les procédés de fabrication des deux genres de chapeaux dont il s'agit, sont semblables pour la plupart, et constituent ainsi une seule industrie.

Chapeaux de latanier. — Le plus anciennement connu est le chapeau de latanier ou de fibres de palmier, appelé autrefois brésilien. Vers 1830, une partie de chapeaux d'une espèce encore inconnue en France vint des Antilles ; la nouveauté en fit l'attrait, mais, grossièrement confectionnés, ils n'eurent qu'une faveur de peu de durée. La matière première de ces chapeaux parut belle cependant, et l'on songea à en produire un article nouveau, en perfectionnant le mode de fabrication des chapeaux originaires. Les premières tentatives n'aboutirent pas, ou eurent peu d'importance. Ce n'est qu'après bien du temps qu'une industrie sérieuse put être fondée : elle avait dû tout créer, tout former, depuis l'approvisionnement régulier de la matière première jusqu'aux débouchés. C'est dans le département du Bas-Rhin qu'elle se fixa et se localisa exclusivement. Ses produits furent bientôt recherchés, car aucun autre genre de chapeau de paille n'offrait autant d'apparence et de solidité, à des prix aussi modiques.

Chapeaux de panama. — Le chapeau de panama, ou simplement panama, est originaire des côtes du Pacifique, de la Nouvelle-Grenade ou des environs de Guayaquil pour les belles qualités, et de la Colombie, près de la baie de Maracaïbo, pour les espèces communes. Il était peu connu avant 1837, quoi qu'on en fabriquât en France dès 1851. Après bien des recherches pour la matière première de bonne qualité, la fabrication du panama lutta avantageusement avec les produits exotiques, par une qualité meilleure dans les sortes communes, des prix plus bas dans les finesses supérieures, et fut surtout apprécié en raison de sa souplesse, qui se prête aux formes et tournures diverses, nécessitées par les caprices de la mode.

Préparation des matières. — La confection des chapeaux de latanier et des panamas nécessite une suite nombreuse d'opérations successives. Les unes se font en atelier, les autres à domicile. Le premier soin est la préparation de la matière première.

Récolte et préparation du latanier. — Le latanier arrive de Cuba où il croît spontanément ; il est récolté sous le nom de Yarey. C'est un genre de palmier à éventail, sans côte médiane, très-voisin du latania borbonica ; on ne l'a pas encore trouvé ailleurs, même dans les îles voisines, ou du moins en quantité suffisante pour être utilement exploité. On coupe la feuille interne avant qu'elle ne se déploie, on la fait sécher au soleil qui la décolore, puis on fait des paquets de vingt-cinq à cinquante tiges assorties qu'on transporte à dos d'ânes jusqu'au port le plus proche. Là, ils sont emmagasinés jusqu'à ce qu'un chargement de navire soit complété. Les ports d'Europe où le latanier est envoyé sont principalement le Havre, plus rarement Londres, Liverpool, Anvers, Hambourg et Brême.

Parvenu chez le fabricant, le latanier est soumis au défeuillage ou déchirage qui consiste à séparer les folioles qui forment les lames de l'éventail. On procède au blanchiment au moyen de lavages alcalins, suivis de l'exposition à l'acide sulfureux, dans des chambres spécialement appropriées, et de l'étendage sur le pré. Après un triage des qualités, on coupe les tiges et les parties ligneuses et on refend les folioles au moyen de couteaux rangés à distances égales et plus ou moins rapprochés suivant la finesse qu'on désire obtenir. Le latanier est ainsi prêt à être tressé en chapeaux.

Récolte et préparation du panama. — La matière qui sert à faire les panamas, appelée paille de panama, est la feuille d'une plante de la République de l'Equateur connue dans le pays sous le nom de Bombonaxa ou Ipaïpa. Elle subit une première préparation sur place. Formant aussi l'éventail, mais d'une texture plus mince que le latanier, cette feuille porte à sa base une partie charnue qui est coupée d'abord. On refend ensuite la feuille en lames étroites, et on la fait sécher rapidement. Ces lames, sous l'action de la chaleur, se roulent sur leurs deux bords, et forment un brin arrondi ayant l'apparence d'un brin de jonc. C'est dans cet état que la paille de panama est expédiée en Europe. Elle ne nécessite plus que le blanchiment pour pouvoir être livrée au tressage.

Ces opérations préparatoires de la matière première s'exécutent en atelier; le travail, sauf le défeuillage du latanier, ne s'adresse qu'à des hommes valides. Les opérations qui suivent sont à peu près identiques pour les deux genres de chapeaux, c'est-à-dire que la manipulation du latanier à brin plat et celle de la paille de panama à brin rond n'ont pas entre elles une différence suffisante pour les séparer dans la suite de cette description.

Tressage du latanier et du panama.— C'est par le tressage que l'industrie qui nous occupe s'écarte essentiellement du mode de fabrication des autres genres de chapeaux de paille que nous avons décrit ci-dessus.

Les chapeaux de latanier et les panamas sont tressés d'une seule pièce. Un léger lien réunit les premiers brins qui forment le commencement du chapeau, et on tresse circulairement autour de ce centre par tours augmentant progressivement en y ajoutant de nouveaux brins. Arrivé à la dimension du fond on continue pour former le flanc du chapeau, puis on termine en ajoutant de nouveau des brins, qui formeront le bord à la largeur nécessaire.

Le chapeau étant arrivé à sa taille, les brins sont arrêtés par une bordure ou lisière qui s'obtient en repliant et passant les brins dans les mailles précédentes. Une forme en bois, posée sur un pied, sert de guide et de support au tressage; des ciseaux pour couper les bouts inutiles et un passe-lacet pour la bordure sont les seuls outils nécessaires. Ce travail est très-simple, aucunement nuisible à la santé et ne fatigue pas les yeux, car une personne exercée n'a même pas besoin de le suivre constamment du regard. Cependant il faut une grande habitude pour produire rapidement, surtout dans les qualités fines qui exigent beaucoup de soin. Dans les finesses ordinaires le nombre de brins à manipuler simultanément peut descendre à 350 ou 400, tandis qu'un panama fin peut en présenter plus de 2.000. Aussi pourra-t-on tresser plusieurs chapeaux ordinaires dans une journée, et mettra-t-on dix où quinze jours et plus à un chapeau fin.

Travail dans la famille. — Le tressage des chapeaux se fait à domicile, dans les campagnes, par des femmes, des jeunes filles et de jeunes garçons. A ce titre il est digne du plus haut intérêt. Pouvant être quitté et repris à tout instant, la mère de famille peut se livrer à ce travail dans les heures que les soin, du ménage laissent inoccupées; ses filles et ses garçons trouvent près du foyer des salaires souvent supérieurs à ceux des industries en atelier et ne sont soumis ni aux courses du matin et du soir, ni à l'influence démoralisatrice des grandes agglomérations ouvrières; enfin, le tressage des chapeaux est une ressource précieuse dans les campagnes pauvres pendant le chômage du travail agricole. En hiver, toute la famille peut concourir à l'accroissement du gain, les vieillards, les infirmes, les enfants peuvent, par de petits travaux accessoires augmenter la production et ainsi le bénéfice.

Blanchiment des chapeaux. — Le chapeau tressé revient à la fabrique où il est soumis au blanchiment définitif ou à la teinture, selon les besoins. On

confectionne aussi des chapeaux mélangés de couleur, pour ceux-ci la matière est teinte au préalable. Le blanchiment des chapeaux se fait comme celui de la matière première, mais avec plus de soins, ce sont encore des réactions d'acide sulfureux sur des alcalins qui en forment la base; mais les opérations sont plus délicates, plus nombreuses, et de la réussite plus ou moins parfaite du blanchiment dépend la valeur définitive du chapeau.

Apprêt et repassage. — Après le blanchiment ou la teinture, les chapeaux reçoivent un apprêt gélatineux, puis on les met en forme. L'opération est à peu près la même que pour les autres chapeaux : le travail se fait au fer chaud à la main ; au tour à cylindrer, où un fer chaud, fixé à un levier, presse sur le chapeau tournant rapidement; ou à la presse, selon les parties du travail, ou le degré de fini qu'on veut obtenir.

On voit que cette industrie est presque complètement manuelle ; aussi distribue-t-elle des sommes considérables en salaire, qui forme d'ailleurs la plus grande partie du prix de revient, et certaines maisons ont de six à sept cent mille francs à payer pour ce service. La matière première, dont le prix varie considérablement sous l'influence des circonstances, donne lieu aussi à des mouvements de fonds importants. Une dizaine de navires amène chaque année en Europe de six cents à mille tonnes de cette marchandise relativement bien légère, produisant plus de deux millions de chapeaux.

Les pays qui les consomment sont : la France au premier chef, tous les pays d'Europe, l'Amérique qui, en retour de ses matières premières, reçoit nos chapeaux, les Indes et la Chine, enfin partout où il se porte des chapeaux de latanier; ils viennent de l'est de la France où leur fabrication s'est localisée. Malheureusement les tendances économiques de trop de pays visent aujourd'hui à la protection, et malgré la généreuse initiative de la France qui persiste à laisser entrer presque sans droits tous les produits similaires, elle voit se fermer un à un les pays étrangers à sa propre fabrication.

En décrivant l'industrie des chapeaux de latanier et des panamas, nous en avons parlé comme d'une industrie française, elle est en effet née française ; nous avons vu qu'elle avait été localisée en Alsace, elle semblait donc perdue avec cette regrettée province? Elle le serait, en effet, si de courageux et patriotiques efforts n'avaient été faits pour nous ramener cette industrie : une volonté ferme, de grands sacrifices ont été couronnés de premiers succès, et les résultats obtenus permettent d'entrevoir le moment où l'industrie sera redevenue entièrement française, et où, au moins pour les besoins français, il ne sera plus utilisé de main-d'œuvre devenue étrangère à la suite de nos malheurs. Les efforts tentés par nos compatriotes méritent une complète réussite que nous leur souhaitons vivement.

Examen de l'Exposition. — L'industrie des chapeaux de latanier et des panamas était représentée à l'Exposition par cinq exposants montrant tous de beaux produits.

Les chapeaux de panama de la maison Kampmann et Cie, d'Épinal, se distinguaient entre tous par la perfection du tressage; nous devons ajouter qu'ils ont tous été fabriqués complètement en France, par de jeunes ouvrières formées dans la courte période écoulée depuis son émigration d'Alsace. Nous sommes heureux d'avoir à citer ce fait honorable de la plus ancienne maison à qui l'on doit en partie cette industrie.

La maison C. G. de Langenhagen, de Nancy, a exposé de beaux produits qui se recommandent spécialement par un procédé de blanchiment dont elle a pu acquérir l'emploi exclusif. MM. O. de Langenhagen de Lunéville, J. U. Wild et

fils et C. Perret, de Nancy, ont aussi exposé de beaux spécimens de leur fabrication.

Chapellerie de soie.

Le chapeau de soie, dit chapeau de mode, dont on fait remonter les essais à plus de cent années, n'est d'un usage fréquent que depuis soixante ans, et ne devint la coiffure indispensable à toute personne bien vêtue qu'il y a cinquante ans environ. Actuellement, il est porté dans un grand nombre de pays, notamment dans ceux du centre de l'Europe; on en fait également usage dans les pays froids et chauds, mais seulement pour les cérémonies.

Nous savons qu'il est formé de deux parties : l'une, la carcasse, est dure et a la forme exacte du chapeau; l'autre est une peluche de soie qui est fixée sur la première. Le dessous du bord est recouvert d'un tissu quelconque, et la garniture intérieure varie suivant la mode et le prix du chapeau. Un bon chapeau de peluche de soie doit réunir la légèreté et la souplesse à la tête, qualités qu'on ne connaissait assurément pas il y a encore un petit nombre d'années. La légèreté est due à la fabrication du chapeau, et l'on obtient la souplesse par la garniture.

Les premières améliorations se sont portées sur la confection de la carcasse ou galette, pour laquelle on a essayé un grand nombre de matières différentes ou d'apprêts plus ou moins bons.

Diverses fabrications du chapeau de soie. — Le chapeau de soie semble avoir été fait d'abord en Italie, où la carcasse était primitivement formée de bois tissé ou de filaments végétaux, donnant une sorte de sparterie qu'on recouvrait de peluche. L'Angleterre paraît être la première nation qui suivit l'Italie dans l'usage du chapeau de soie; mais ses moyens de fabrication étaient moins primitifs : les carcasses, qu'on appela plus tard galettes, étaient formées de feuilles de papier collées ensemble en nombre suffisant pour produire une pièce rigide. Plus tard, on fit des galettes en toiles apprêtées, dont la consistance dépendait du plus grand nombre de toiles collées ou de leur plus grande finesse; on fit aussi la tête en mousseline et le bord en molleton.

L'introduction en France du chapeau de soie eut lieu plus tard. Un collage énergique fixait la peluche sur des galettes en feutre fortement apprêté; les toiles furent aussi employées. Vers 1834, on fabriqua des carcasses en vessie de porc, plus tard on y employa un tissu composé de moitié soie et moitié crin; puis on en fit en caoutchouc. Les galettes adhérentes ont été un nouveau perfectionnement, car, en obtenant une surface soyeuse à l'intérieur, on évitait la coiffe mobile.

Fabrication perfectionnée du chapeau de soie.— Les relations commerciales, les voyages, plus faciles depuis bon nombre d'années, et peut-être aussi les expositions internationales ont concouru à amener l'uniformité dans les moyens de fabrication des galettes. Ces galettes, qui produisent des chapeaux relativement légers, sont ainsi faites dans les meilleures fabriques de Paris : elles se composent du bord et de la tête, le bord est formé d'un molleton recouvert de deux toiles, le tout apprêté à la gomme laque, collé ensemble et lissé avec un fer très-chaud. La tête est faite de la même manière, mais par la réunion de deux toiles seulement et de bandelettes haut et bas, puis de trois toiles pour le dessus; si le chapeau est à coiffe adhérente, formée ordinairement d'un satin collé sur un tissu caoutchouté, cette bande est arrondie et reçoit le collage de la première bande de la tête, de la seconde, des bandelettes, etc.

Le bord, réuni à la partie cylindrique par un collage, constitue la galette sur

laquelle la peluche est placée ensuite. Le chapeau de soie ainsi fabriqué est malléable à la chaleur, mais, en refroidissant, il devient, dans ses parties fortes, c'est-à-dire le bord et le lien, aussi dur que du bois; c'est un inconvénient sérieux dont souffrent beaucoup de personnes qui le portent.

Quelquefois, on recouvre la galette d'un manchon de feutre au lieu de peluche, mais la fabrication est la même.

Chapeaux de soie à lien souple. — La dureté du lien, qui blesse et occasionne souvent des maux de tête, a attiré l'attention des fabricants de chapeaux. Plusieurs d'entre eux ont essayé d'y remédier par la fabrication même. M. Quénot semble avoir été, dès 1862, le premier à faire le chapeau de soie à lien souple ; ce chapeau était formé d'une chemise feutre munie d'un bord épais; cette chemise, formant la carcasse, était, haut et bas, garnie de bandes chapelières pour lui donner de la rigidité, et formait l'intérieur du chapeau ; puis le dessus et la tête recevaient une peluche de soie collée qui s'arrêtait au lien. Le bord, d'une épaisseur suffisante, n'était recouvert d'aucun autre tissu, il restait feutre brossé en flamand en dessus, tondu ras en dessous, fortement apprêté à la bridure et laissé dans toute sa souplesse au lien, qui ainsi ne blesse pas la tête et prend au contraire sa forme.

La maison Gahe, de Londres, fabrique ses chapeaux d'amazones, depuis plusieurs années, de la manière suivante : la tête est en tissu double et bandes comme dans les galettes ordinaires; le bord, y compris le lien, est en feutre ; les deux parties sont réunies par un solide collage, et le bord, apprêté fortement à la bridure, est laissé souple au lien. Le dessus, la tête et le bord sont recouverts de peluche, le dessous du bord est en cachemire, le résultat obtenu est bon.

M. Gallacher a pris, le 20 février 1872, un brevet en Angleterre pour un chapeau de soie à *lien souple.* Son procédé consiste à faire le lien, ainsi qu'une partie du bord mou et flexible, composé d'une couche de feutre ou autre matière souple sur laquelle on place une couche de tissu de crin entourée d'une bande de caoutchouc tissé ; ces matières sont appliquées et s'unissent par la chaleur et la pression. Une garniture de toile imperméable recouvre le dessus et le dessous du bord qui est réuni à la tête à la manière ordinaire, puis on recouvre le tout de peluche.

MM. Berteil et Toulza ont, en mars 1877, fait des chapeaux à lien souple, avec galette ordinaire et bord feutre apprêté à la bridure et au relevé seulement, puis recouverts de peluche et doublés d'un tissu quelconque ou laissé apparent. Enfin, MM. Pinaud et Amour se sont fait breveter en juin 1877, pour un chapeau à lien souple avec tête en toile ordinaire et bord feutre apprêté à l'apprêt impair pour le relevé et la bridure, et à l'apprêt simple pour le lien ; la tête est recouverte de peluche, et le bord reste feutre brossé en dessus, et ras en dessous.

En somme, ces divers moyens ne varient que bien peu dans leurs détails, et donnent tous de bons résultats. Malheureusement, le prix élevé des chapeaux à liens souples nuit au développement de leur fabrication qui ne nous semble prendre aucune extension, bien qu'une supériorité incontestable existe dans la qualité et l'usage de ces produits.

Garniture souple. — La souplesse du lien a été également cherchée dans la confection de la garniture intérieure qui se compose ordinairement d'une bande de soie ou autre tissu, ou d'un cuir cousu au-dessous du lien et sur lequel porte la tête. Le lien des chapeaux ordinaires fortement apprêté est, comme nous l'avons dit plus haut, d'une dureté aussi grande que du bois, et nous pouvons affirmer qu'un chapeau, prenant même très-bien la forme de la tête fatigue

beaucoup celui qui le porte. Nous savons tous quelles douleurs on endure avec un chapeau mal fait; qu'on ajoute à cela que la tête est emprisonnée dans ce boisseau imperméable, ne prenant ni jour, ni air, et l'on ne sera pas étonné des migraines que cause souvent, dans ces conditions, la coiffure *de mode*, et l'horreur qu'elle inspire à beaucoup de personnes qui ne sont pas à portée de jouir des perfectionnements et des soins que les bons chapeliers apportent à la fabrication.

On a cherché, par le cuir, un moyen d'éviter que le chapeau ne soit dur à la tête et aussi que l'air chaud puisse en sortir. Ceux qui mettent leur santé au-dessus de la régularité de leur coiffure n'hésitent pas à percer un trou rond le plus grand possible sur le dessus; mais ce moyen efficace n'est pas assez dans les habitudes des fabricants qui craindraient sans doute de gâter leurs produits. Un autre moyen, destiné à compléter le précédent, consiste à employer une garniture spéciale, d'une certaine épaisseur souple et très-douce à la tête. Il fut un temps où on appliquait à l'intérieur des chapeaux, sous le cuir, des garnitures en diverses matières fortement tuyautées et faisant tout le tour du bord; mais, elles rendaient le chapeau tellement grand et disgracieux qu'elle ne fut guère utilisée que pour des coiffures militaires ou de chasse, mais non pour celles de mode.

On doit à M. Berteil l'invention d'une garniture en cuir, qu'il nomme tubulaire aérifère, pour laquelle il s'est fait breveter le 5 août 1870, qui s'applique parfaitement à toutes coiffures, même aux plus élégantes, et rend d'excellents services ; la preuve est dans le nombre considérable de ses imitateurs depuis quelques années. La garniture a érifère de M. Berteil est formée d'un cuir ordinaire faisant le tour du chapeau, puis d'une sous-garniture en cuir ondulé placée au droit du front seulement; les ondulations sont fixées en haut et en bas par des galons cousus ou collés, de telle sorte qu'elles ne peuvent pas s'aplatir, restent souples et sont d'un excellent usage. Avec l'avantage de ne pas blesser la tête, le chapeau muni de cette garniture ne se graisse pas, et fournit un plus long et un meilleur service.

Examen de l'Exposition. — Les chapeaux de soie étaient nombreux dans les vitrines; cela s'explique par l'admission à l'exposition de détaillants ne fabriquant absolument rien; le tort vient de l'administration, qui avait placé dans le comité d'admission le chef d'une maison importante de détail, qui n'a pas pu refuser à ses confrères une place, si petite qu'elle soit.

L'Exposition de M. Berteil était importante et composée de chapeaux de très-bonne fabrication : les uns à galette en toile et bord en molleton, d'autres à bords souples en feutre, fixés à une galette toile; enfin, tous étaient munis de la garniture aérifère de ce fabricant.

Les produits de M. Quénot, de première qualité, étaient exposés dans sa vitrine et dans celles de plusieurs détaillants dont ils étaient le plus bel ornement. MM. Pinaud et Amour ont exposé surtout les chapeaux d'uniforme, général, maréchal, et ceux de livrée : les uns et les autres éclatants de galons d'or et d'argent.

IV. — CHAUSSURES.

La section de la chaussure était, en France, représentée d'une manière tout à fait exceptionnelle; l'examen de l'Exposition n'a pu donner qu'une haute idée de ce qu'est, dans notre pays, cette grande industrie. La plupart des pays étrangers ont exposé, mais il manquait l'ensemble, qui permet d'apprécier l'importance et la variété des produits. Cependant la Belgique, l'Autriche et l'Angleterre nous montraient de fort beaux spécimens; ce dernier pays, notamment, avait exposé quelques pièces d'un fini défiant toute concurrence.

Il nous serait difficile de faire un compte-rendu complet de toutes ces expositions particulières dans lesquelles se révèlent l'habileté et la manière de faire, aussi nous grouperons ensemble les fabrications analogues, en quelque genre qu'elles soient, et, sans nous perdre dans les détails, nous saisirons l'occasion de faire ressortir ce qui est beau et bien fait.

Nous diviserons donc par genre de travail, les exposants principaux de la classe 38, section des chaussures.

1° **Chaussures pour dames.** — Fantaisie, fines et ordinaires.

2° **Chaussures pour hommes.** — Luxe, très-bonne qualité ordinaire; ordinaire et courante; chasse, bottes et chaussures rustiques.

Spécialités; sabots, galoches et espadrilles; divers accessoires, feutres, etc.

1° Chaussures de dames.

Fantaisie et fines. — Nous voyons ici la partie artistique de l'industrie des chaussures, une spécialité fort intéressante qu'il ne faut confondre avec aucune autre, et qu'on ne trouve pas à l'étranger à un aussi haut degré de variété et de perfection; car il s'agit, en effet, de créations où le goût et l'art ne trouvent nulle part leur égal. Les matières employées sont des plus précieuses et des plus riches qui se puissent fabriquer; les soies brochées, celles brodées or, argent ou au cordonnet, ou enfin peintes à l'aquarelle; les satins les plus fins, les ornements, nœuds agrémentés de perles et même de diamants font de ces chaussures de véritables objets d'art.

Les chaussures fines ne le cèdent en rien aux précédentes, sous le rapport de la forme et du soin apportés à leur fabrication; elles en diffèrent cependant par les matières employées qui, tout en étant de qualités exceptionnelles, sont moins luxueuses et permettent un usage plus étendu. Nous croyons inutile de développer davantage ces considérations générales; la revue que nous allons faire des produits exposés suppléera, nous l'espérons, aux détails omis, et, pour cela, nous suivrons l'ordre de notre visite à l'Exposition sans tenir compte de l'importance des exposants.

M. Taxy exposait des chaussures de grande fantaisie, très-bien réussies, pour dames; ce n'est le travail ni du cordonnier, ni du fabricant de chaussures, mais celui d'un artiste qui exécute une paire de bottines, de mules ou de pantoufles comme un tailleur fait un habit de ministre. Il a cependant un genre à lui consistant tout particulièrement à produire des dessins variés exécutés par la machine à coudre. Tout le travail se fait dans sa maison, à la main.

M. Étanchaud présentait des produits destinés à l'exportation qui ne laissaient rien à désirer. Bonne forme, et main-d'œuvre soignée.

M. Jeandron-Ferry fait la haute fantaisie; son exposition était des plus remarquables dans ce genre; ses bottines de soie, avec talons Louis XV garnis d'une enveloppe métallique dorée à jour laissant voir la soie, ainsi que toutes ses

chaussures de genre et d'imagination fantaisistes sont d'un excellent effet. Les chaussures exposées étaient bien coupées et exécutées par les mains des meilleurs ouvriers.

MM. Gantiez, Lacroux, Barré Bisch et Meier exposaient des chaussures riches, belles, soignées et bien faites consistant en mules et pantoufles de soieries, pour la plupart recouvertes de peintures et de broderies d'une exécution habile.

Parmi la haute fantaisie, nous devons encore citer les maisons de Mme Ve Petit, de MM. Chapelle et Bonvier qui servent une riche et nombreuse clientèle; leur exposition était fort belle, les chaussures de luxe bien réussies; quant aux chaussures fines de ville, elles étaient faites de matières de choix, avec beaucoup de soins et par la main d'ouvriers expérimentés.

M. Pinet ne fabrique pas la fantaisie, mais les chaussures fines et de luxe pour dames; sous ce rapport son exposition était parfaite; le bon goût, une coupe irréprochable et une exécution soignée composaient un ensemble qu'aucune pièce médiocre ne vint gâter; du reste on ne pouvait pas attendre moins d'une maison qui jouit à juste titre d'une aussi honorable réputation. Nous ne quitterons pas cette vitrine sans parler des chaussures ordinaires destinées à la commission et à l'exportation dans lesquelles nous avons reconnu la même manière de faire et les mêmes qualités.

Plusieurs expositions sont également à noter pour leur excellente fabrication et leur importance en chaussures de fantaisie et de luxe, ce sont celles de MM. Gervais, Fauré, Nief et Boullanger, Girard, Desmarest, Hattat frères, Perchellet, etc., etc.

Enfin quelques autres, ne contenant que de la bonne chaussure ordinaire, ne doivent pas être oubliées, les prix étant en rapport avec la qualité des produits, ce sont celles que présentèrent MM. Witzmann et Charpentier, Mme Ve Biéber, MM. Tressens et Cie, M. Berger et autres.

2° Chaussures pour hommes.

Chaussures de luxe. — La chaussure de luxe pour hommes n'est en aucun point comparable à celle de fantaisie pour dames, car celle-ci ne peut se porter qu'à l'intérieur des appartements et au théâtre, tandis que l'autre est destinée à la ville. Les semelles en sont plus ou moins épaisses et élégies sur leurs bords, pour donner à la bottine une apparence de grande légèreté; la tige se fait en veau verni, en chevreau, en chevreau à bout verni on en satin de laine, claqué verni ou chevreau et avec élastiques, piquée soigneusement à l'aide des meilleures machines à coudre. La semelle est réunie à la tige par une couture au fil poissé exécutée à la main, soit à l'intérieur de la chaussure, soit en escarpins avec piqûre à l'extérieur; ce genre est préféré depuis plusieurs années, sans doute parce que jusqu'à ces derniers temps il faisait distinguer les chaussures exécutées à la main de celles cousues ou vissées à la machine qu'on ne pouvait travailler qu'à l'intérieur.

Dans cet examen de l'Exposition, nous placerons en première ligne ceux qui ne font que la chaussure fine sur commande, tels que MM. Goudal, Galoyer, Legendre et Arondelle.

M. Goudal exposait une collection de chaussures extrêmement belles et d'un fini remarquable; chaque partie en est très-soignée, la piqûre à la main est irréprochable, la couture à la main fort bien faite, et le finissage sans le moindre défaut. Nous avons remarqué dans les produits exposés la coupe excellente des tiges de bottines.

M. Galoyer ne fait aussi que des chaussures fines; leur forme est parfaite, et toutes les parties en sont exécutées avec un soin excessif; ses produits sont des-

tinés, en raison des prix, à la clientèle riche. Cette exposition, par la qualité de ses chaussures et leur bonne facture, se place au premier rang. M. Galoyer n'est pas un fabricant de chaussures, mais un *chausseur*.

Les expositions Legendre et Arondelle furent dignes de remarques; tout y était bien, la forme très-bonne et la fabrication soignée; ces deux maisons ne font que la chaussure sur mesure.

M. Herth fait également la chaussure fine, et son exposition avait une variété de modèles, parmi lesquels une bottine d'une forme et d'un fini remarquables qu'on chercherait en vain dans toute autre exposition de la France ou de l'étranger. Du reste tous les genres étaient également bien réussis. Cette maison ne fait pas seulement la chaussure sur mesure, mais aussi elle exporte ses produits en Amérique où sa marque est recherchée.

M. Méliès fabrique les chaussures de luxe pour hommes et pour dames, destinées spécialement à la commission et à l'exportation. Son exposition fût fort remarquable en raison de la diversité des modèles qui, tous sans exception, depuis le soulier Molière jusqu'à la botte, sont d'une forme irréprochable, bien coupés, cousus à la main, d'un finissage extrêmement soigné, et faits avec des matières de premier choix. Les chaussures de dames, qui sont une nouvelle spécialité de cette maison, nous font augurer par les échantillons exposés le succès de cette branche de fabrication soignée, digne de celui qu'elle a obtenu pour ses chaussures d'hommes. Cette exposition fit le plus grand honneur à la fabrication française.

Chaussures de bonne qualité ordinaire pour hommes. — Cette fabrication emploie les mêmes matières que pour les chaussures fines; mais ici le veau remplace le chevreau et le vernis pour les tiges; les semelles, plus fortes généralement, s'appliquent à la chaussure de fatigue; les tiges sont cousues à la machine à coudre, et les semelles sont fixées, soit par la couture à la main au fil poissé, soit vissées ou même clouées pour les chaussures légères.

Les fils de Fanien, de Lillers, ont exposé une très-complète collection de chaussures pour hommes destinées à l'exportation, et faites mécaniquement à peu près dans toutes leurs parties; les unes sont cousues, d'autres vissées et enfin on en remarque de clouées; cette maison de grande confiance vend surtout à la France et à l'étranger où ses factures se négocient sans voir la marchandise.

MM. Schloss et Dennery nous offrirent un assortiment de chaussures de bonne qualité faites à la main pour hommes et clouées pour femmes et fillettes, et destinées à la commission.

M. Rousset Estribaud fabrique les chaussures clouées de très-bonne qualité et très-bien coupées pour hommes et femmes; cette maison nous semble tenir la tête de la fabrication, dite des bords de la Loire, qui fut représentée en outre très-honorablement à l'Exposition par les produits de MM. Savaton, Liard, Simon-Neveu et Gueritte de Blois. Les maisons Memin et Clavières, Crochard du Mans, Nivelle de Paris, Borrel et Berenguier de Toulouse, etc., font également bien les mêmes sortes de chaussures.

Diverses maisons ont exposé des produits de bonne qualité ordinaire, bien faits et pour la plupart vissés, qui sont vendus dans un grand nombre de magasins de détail à Paris : ce sont MM. Oegerli, Menget, Bernier-Lafond, etc.

Chaussures ordinaires et courantes pour hommes. — Les chaussures de cette catégorie n'ont certes ni la qualité, ni la façon des précédentes; mais le prix en est moins élevé de beaucoup, et si, en fin de compte, ce n'est pas une économie d'acheter des objets de qualité secondaire, il est souvent plus facile

de dépenser dans le cours d'une année quatre fois quinze francs que deux fois trente francs.

La maison Latour a certainement rendu un service sérieux en inaugurant la chaussure ordinaire et courante à bon marché, et la preuve en est dans le nombre d'industriels qui l'ont suivie dans cette voie et qui y ont prospéré comme MM. Savard, Verdeil, Dequen, Henriet, Cosson et Delatour, Hervé, Basset, etc., etc.

Bottes, chaussures de chasse et rustiques pour hommes. — L'usage des bottes semble depuis longtemps déjà être bien abandonné; autrefois tous les cordonniers fabriquaient les bottes en même temps que les souliers gros et fins, mais aujourd'hui il n'en est pas de même, et les bons fabricants de bottes deviennent rares. Cependant il nous a été donné d'admirer, à l'Exposition, les superbes bottes de M. Delail; la coupe, le choix des matières premières, tout enfin y était d'une exécution irréprochable, et réussi d'une façon supérieure.

M. Chollet, de Chartres, a exposé une collection de chaussures de chasse et de chaussures rustiques bien faites; quelques-unes notamment, piquées sous la semelle, étaient bien réussies.

MM. Poirier et fils, de Nantes, ont exposé des chaussures de chasse de fort bonne apparence. Nous devons citer également les produits de MM. Chollet de Versailles, Chapsal et Lagout d'Aurillac.

Spécialités. — On entend par spécialité les maisons qui confectionnent seulement les petites chaussures d'enfants. Elles sont généralement en tricot avec semelle mince en peau. Les fabricants qui ont exposé ces sortes de produits sont : MM. Gaillard, Baillif, Perron, Robert, Pigé et Bertholeau, etc.

Sabots, galoches et espadrilles. — Cette section était bien représentée à l'Exposition. M. Bathier avait une collection de galoches de toutes formes et de haute fantaisie. MM. Bertrand, Albayez et Drelot ont exposé des galoches ordinaires et de fantaisie fort bien faites et destinées principalement à l'exportation, et M. Brédif des chaussures à semelles en bois.

Les espadrilles, ou articles dits de Bayonne, étaient présentés par MM. Syreisol et J. Carrière, de Bordeaux; MM. Serradell et Gival (Pyrénées-Orientales), et MM. Maytié frères (Basses-Pyrénées).

Divers, feutres, accessoires. — M. Burstert a exposé des chaussures avec dessus en crin tissé; MM. Bazin et Salleix des chaussures de chambre en feutre, avec semelle en buffle; MM. Privé et Cie des chaussures en feutre qui se font en grande quantité et à bas prix en Allemagne. Enfin les accessoires, nœuds, boucles, boutons, etc., étaient exposés par les maisons May, Marc-Lévy, Hirch et Mme Boubal. M. Champonnier a produit sa nouvelle cambrure en métal qui forme le devant du talon et sert en même temps de plaque pour fixer le talon lui-même aux chaussures de dames.

DEUXIÈME PARTIE

MACHINES SERVANT A LA CONFECTION DES VÊTEMENTS.

PRÉLIMINAIRES.

Notre étude des perfectionnements du matériel de la confection du vêtement depuis l'Exposition de 1867 (1) sera ainsi divisée :

1° Matériel pour la fabrication des chapeaux de feutre.

2° Machines employées dans la fabrication des chaussures.

3° Machines à coudre pour tous usages, et à broder.

Les machines servant à la fabrication des chapeaux de feutre ont été notablement améliorées, mais nous n'avons pas à en dire autant de celles qui servent à la préparation du poil; cette question importante n'a pas fait un pas depuis dix ans, on n'est pas arrivé encore à secréter les peaux mécaniquement, ni à employer une composition pouvant remplacer le nitrate de mercure, qui ruine la santé des ouvriers, par un produit ayant les mêmes avantages au point de vue du feutrage sans en avoir les inconvénients.

La bastisseuse, venue d'Amérique en 1860, laissait beaucoup à désirer et n'était pas en état de rendre des services sérieux aux industriels ; améliorée par M. Coq, elle produisait jusqu'ici 200 à 300 bastissages par jour. Perfectionnée récemment par la maison Coq fils et Simon, elle fabrique actuellement 500 à 600 chapeaux d'une qualité bien supérieure. Le foulage mécanique, à l'état d'essai en 1867, est aujourd'hui en usage dans toutes les fabriques, grandes ou petites. On est arrivé, après de bien nombreux tâtonnements, à l'appliquer aux chapeaux de toutes qualités, et de quelque nature qu'ils soient.

Le dressage de foule est devenu également une des opérations mécaniques les plus importantes de la manufacture de chapeaux. Depuis quelques années, MM. Coq et Simon ont combiné une machine divisant les opérations du dressage, et rendu ainsi possible, d'une manière pratique et sans produire des déchets considérables, le dressage de tous genres de chapeaux de feutre et de laine.

L'appropriage est toujours une question à l'ordre du jour, mais si les fabricants de chapeaux ne peuvent se résoudre à se servir de machines pour les plus belles qualités de feutre, ils se servent, à leur plus grand avantage, de la presse de M. Legat, ou d'autres appareils analogues, pour les feutres ordinaires, la laine, la paille, le crin, etc., etc.

Les machines destinées à la fabrication des chaussures, en nombre extrêmement restreint à l'Exposition de 1867, sont actuellement nombreuses et variées; toutes les opérations du travail manuel peuvent être faites aujourd'hui par des appareils spéciaux s'employant aussi bien dans la grande manufacture que chez les petits fabricants auxquels ils semblent plus particulièrement destinés en raison de leur simplicité et de leur bas prix ; nous remarquons cela surtout dans l'outillage exposé dans la section française, différant du tout au tout des

---

(1) Voir *Études sur l'Exposition de* 1867, vol. in-8, 60 pages, 40 gravures sur bois et 2 planches. Machines servant à la confection des vêtements. (*Du même auteur*).

machines étrangères, notamment de celles venant de l'Amérique, qui sont compliquées, d'un prix élevé et employées surtout pour de grandes productions.

Aujourd'hui, en France, il n'y a plus guère de petits fabricants et même de cordonniers qui n'emploient des découpoirs avec emporte-pièce pour la préparation des tiges, celles-ci sont cousues avec la machine à coudre, elles sont cambrées et apprêtées mécaniquement, puis généralement vissées. Cinq à six mille machines à visser les chaussures sont entrées dans la fabrication depuis cinq années. Enfin on est arrivé à coudre au fil poissé, au point de chaînette des semelles de vingt millimètres d'épaisseur.

La maison Goodyear d'Amérique expose un outillage complet dans lequel se trouvent des machines à coudre les chaussures avec trépointe et piqûre sur le bord extérieur de la semelle.

L'Angleterre a des machines à bigornes pour coudre les chaussures intérieurement au point de navette avec du fil poissé.

Nous n'avons à signaler aucune invention importante dans la fabrication des machines à coudre, mais elles ont été l'objet de soins et d'attentions qui en ont amélioré la marche et développé l'usage tant dans l'industrie que dans les familles ; on a aussi étudié beaucoup de dispositions spéciales intéressantes, et on les a appropriées à des industries qui naguère ne connaissaient encore que la couture à la main. Les chapeaux de paille, par exemple, se cousent à la machine de M. Legat spéciale pour ce travail.

Les gants, depuis quelques années, sont également cousus au point de surjet à la machine. Les premiers essais que l'on trouve décrits dans des brevets de 1855 et de 1860 sont dûs à M. Perrare-Michal qui faisait une couture à point de surjet avec une aiguille horizontale et une navette à deux mouvements, l'un de va et vient, l'autre d'avancement, avec entraînement à cylindres ou à pinces. Plus tard, de 1866 à 1870, sont venues du Danemark et de l'Autriche, puis de la Prusse quelques machines à navette avec surjetteur, et à chaînette double cousant également au point de surjet, ces dernières semblent les plus estimées actuellement.

Diverses machines à entraînement spécial sont intéressantes et, parmi elles, celle de M. Coignard, à coudre les voiles, rend des services sérieux et s'applique à la couture des grandes pièces de toile, voiles, bâches, etc.

La machine Bonnaz a eu un légitime succès et a rendu de grands services aux fabriques de rideaux et de vêtements confectionnés.

Aucun petit moteur s'adaptant spécialement à la machine à coudre n'a été exécuté dans des conditions pratiques; cette question n'a pas fait un grand pas depuis une dizaine d'années.

I. — CHAPELLERIE DE FEUTRE

1° Progrès réalisés depuis 1867. — La fabrication des chapeaux de feutre n'a pas subi, depuis la dernière exposition, de ces perfectionnements qui font date par leur importance considérable, comme cela avait eu lieu dans la précédente période par l'introduction de la bastisseuse venant remplacer le travail manuel par une opération mécanique et ouvrir une nouvelle ère à cette branche importante d'industrie qu'on nomme la chapellerie de feutre.

Le public a vu fonctionner, pendant toute l'Exposition de 1867, cette intéressante machine faisant de deux à trois cents chapeaux par jour et de laquelle date la division du travail dans la fabrication, l'introduction de nouveaux moyens pour fouler, dresser et poncer le chapeau, en un mot, la création de la

manufacture remplaçant le petit fabricant dont les produits ne sortaient pas de son département. Si aujourd'hui nous n'avons pas à constater les résultats d'une transition aussi importante, l'espace parcouru n'en est pas moins très considérable.

La *bastisseuse*, par des modifications intelligentes, produit aujourd'hui le double de ce qu'elle faisait, et en même temps la qualité du bastissage a été considérablement améliorée : le poil lancé est maintenant mieux divisé et forme, avec une même quantité, une nappe plus épaisse et incomparablement plus régulière produisant un chapeau de meilleure qualité.

Le *foulage* mécanique des chapeaux était en 1867 à l'état d'essai, dans quelques usines, qui continuaient à le faire à la main, les essais ne furent pas toujours heureux, ils ne dépendaient pas seulement de la machine, mais bien souvent des chapeaux dont la composition ou le mélange des matières premières était rebelle au foulage mécanique ; aujourd'hui diverses machines sont employées avec succès, le foulon à marteaux inclinés, celui à cylindre, une machine à rouleaux mobiles entre lesquels passe le feutre et quelques autres, ont donné d'assez bons résultats pour être employées sur une grande échelle.

Le *dressage* de foule, qui consiste à faire d'un grand cône en feutre un véritable chapeau avec bord, côtés et fond, était, sans contredit, une des opérations les plus difficiles à exécuter mécaniquement, car le feutre, quoique souple et disposé à se plier aux formes les plus diverses, ne peut se prêter à un changement brusque de forme. Si l'on observe l'ouvrier fouleur, on remarque qu'il étire tantôt les bords, tantôt le fond, puis reprend tour à tour l'une de ces parties en ménageant l'autre, il voit ainsi son travail se faire et le conduit à point, c'est-à-dire obtient un chapeau ayant un bord de largeur déterminée et une calotte de hauteur et d'ouverture convenables. Les premières machines venant d'Amérique et d'Angleterre étaient disposées pour faire un dressage complet qu'elles réussissaient d'ailleurs fort mal, il faut leur rendre cette justice; depuis elles ont été sérieusement améliorées et MM. Coq et Simon partant d'un autre point de vue, la division du dressage en quatre opérations distinctes, ont produit une machine simple, peu coûteuse et donnant de bons résultats.

Dressage d'appropriage, tournure, passage au fer. — Ces diverses opérations ont suscité depuis dix années un certain nombre de machines se divisant en deux catégories bien tranchées, celles qui suppriment le passage au fer et celles qui le conservent. Nous croyons être dans le vrai en disant que les machines à dresser, mettre en tournure et apprêter font bien en une seule opération et rendent des services pour les chapeaux de paille, crin et feutre communs et ordinaires, mais pour les chapeaux de feutre fins et de belles qualités le passage au fer est encore considéré comme indispensable et doit être une opération distincte qu'aucune des machines en usage n'a pu remplacer jusqu'ici suffisamment bien, le passage au fer nécessite donc préalablement l'usage des machines à dresser, apprêter et tournurer.

2° **Préparation du poil.** — Nous ne noterons dans le matériel destiné à opérer ce travail que deux machines exposées, l'une par MM. Bardelle et Cie, coupant le poil en évitant les poussières et ménageant la peau qui peut ensuite être vendue aux mégissiers pour être tannée au lieu d'être réduite en vermicelle pour engrais.

Ce résultat avait été longtemps cherché par M. Aschermann qui avait pris un brevet en 1870 pour une machine dont le travail, lors de ses premiers essais, ne fut pas assez parfait pour qu'elle soit substituée à celles employées, dont il avait autrefois le premier propagé l'usage en France.

La seconde machine exposée est construite par M. Kaulek, on la nomme souffleuse américaine ou démêleuse. Elle est employée généralement pour séparer le poil après la teinture, ou pour démêler le poil brut avant de le soumettre à la souffleuse ordinaire qui l'ouvre.

Cette machine est formée d'un tablier mobile recevant le poil, et le donnant à deux rouleaux d'où il est pris aussitôt par un batteur à lames en fer, tournant très-rapidement, et le chassant dans un conduit horizontal étroit où il abandonne son jarre. Le poil arrive ensuite dans une caisse plus grande où se meut un grand cylindre en toile métallique qui le reçoit et le chasse de nouveau, à travers un conduit plat, jusqu'à une seconde caisse commençant une série de compartiments semblables terminés en dessus par une toile métallique fine posée en demi-rond. La table de ce compartiment, sur laquelle se dépose le poil, est formée d'un tablier de peau entraîné par deux rouleaux mobiles conduisant le poil jusqu'à deux petits rouleaux qui le saisissent pour le livrer au cylindre, armé de dents, de la caisse suivante ; il retombe sur le tablier qui le conduit comme précédemment entre les deux autres petits rouleaux et ainsi de suite autant de fois qu'il y a de caisses ou compartiments. Cette machine ne doit être employée que lorsque la souffleuse ordinaire est insuffisante, car elle fait un démêlage qui fatigue le poil, le casse et ne saurait remplacer la souffleuse qui, au contraire, le ménage en l'ouvrant.

3° **Fabrication du feutre.** — La construction des machines servant spécialement à la fabrication du feutre, n'est ni en France ni à l'étranger l'objet d'une industrie fort développée; dans chaque pays un seul mécanicien nous semble en avoir la spécialité, et l'Exposition de 1878 ne compte qu'un seul constructeur français, MM. Coq fils et Simon, auxquels la chapellerie est redevable de ses meilleures machines.

Bastissage. — La machine à bastir, d'invention américaine, est construite en France depuis plus de quinze années par M. Coq, elle est munie d'un tablier mobile sur lequel le poil étalé est conduit entre deux cylindres, puis pris par une brosse circulaire le lançant dans un conduit d'où il sort pour se poser sur un cône percé d'une multitude de trous. Cette machine, en usage dans toutes les fabriques de quelqu'importance, rendait des services très-considérables parce qu'elle produisait beaucoup et qu'elle faisait passablement bien toutes les qualités, sauf peut-être les qualités extra.

Un fabricant de chapeaux de feutre, M. Louis Quenot, qui se servait d'une de ces machines, lui fit subir quelques modifications la rendant éminemment propre à la fabrication des bastissages pour chapeaux fins. Ces modifications consistèrent à remplacer la toile sans fin en moleskine par une toile métallique spéciale, et à placer en avant une autre toile sans fin suivie de rouleaux entraîneurs, de telle sorte que, le poil étant placé, il est amené et pris entre deux petits rouleaux, puis par un cylindre à pointes, plus gros, qui le projette en le divisant, il tombe sur la toile métallique sans fin, est repris entre les deux petits rouleaux et enfin saisi par le cylindre à brosse et projeté dans le conduit jusque sur le cône.

Avec cette machine, M. Quénot faisait couramment des bastissages parfaits sur des cônes de $1^{m},20$ de hauteur, et 0,90 de diamètre, avec 45 grammes seulement de poil. C'était un résultat acquis extrêmement favorable et que ne pouvait pas donner la bastisseuse munie d'un seul tablier entraîneur. Cette disposition fut appliquée plus tard, vers 1875, en Belgique et en Angleterre, à Manchester, notamment.

MM. Coq fils et Simon ont étudié en même temps cette question en l'éten-

dant, ils ont cherché à résoudre ce double problème : obtenir une plus grande production en améliorant la qualité du bastissage, et ils sont arrivés à augmenter la production du double tout en diminuant la force motrice employée et aussi à produire un arçonnage plus parfait; le poil est maintenant mieux ouvert et le bastissage qu'il forme est ainsi plus régulier. Un ventilateur à lames héliçoïdales en acier remplace avantageusement la brosse qu'on avait crue jusqu'à ce jour le seul organe propre à lancer le poil et qui avait l'inconvénient de s'user assez rapidement et de laisser par suite un espace trop grand entre elle et les cylindres alimentaires, il en résultait que les mèches n'étaient pas divisées et arrivaient souvent sur le bastissage en formation. Ces inconvénients sont évités dans la nouvelle machine et le bastissage est maintenant uni comme une glace.

La production a été doublée en évitant les pertes de temps dues au placement des cônes, par l'emploi d'un double porte-cône et d'un injecteur fonctionnant en même temps que la bastisseuse. Nous donnons (fig. 1) une coupe en long de cette machine perfectionnée. Le poil placé sur la première toile sans fin *a* est pris par les cylindres alimentaires *b*, d'où le cylindre *c*, en bois, garni de pointes, tournant à une grande vitesse, le saisit en le divisant; il se dépose en nappe sur la deuxième toile sans fin D. Cette première division a une très-grande importance, car le poil et la poussière très-bien séparés forment une couche d'égale épaisseur sur la seconde toile, de sorte que le deuxième cylindre arçonneur ayant à projeter le poil déjà bien ouvert, il se dépose d'une manière régulière sur le cône et donne une bonne composition et un bastissage parfait.

Ce cylindre arçonneur est formé d'un certain nombre de barres d'acier héliçoïdales E, qui prennent le poil des deux petits rouleaux alimentaires *d* et le lancent dans le conduit F d'où il va se poser sur le cône H. Deux soupapes ou prises d'air placées au-dessus et au-dessous du cylindre arçonneur sont nécessaires pour obtenir un bon travail.

Les cloisons supérieure et inférieure *ff'* de ce conduit sont mobiles; cette disposition a pour but de répartir inégalement le poil sur le cône, c'est-à-dire avec une épaisseur variable à volonté depuis le sommet jusqu'à la base, c'est ce qu'on appelle la composition, qui consiste à faire les têtes légères et le bord du chapeau bien soutenu, plus épais. Le porte-cône est double et mobile. Les deux plateaux qui reçoivent les cônes ont un mouvement circulaire donné par un arbre vertical K au moyen d'engrenages M, M^1, M^2, ils sont clavetés sur des arbres également verticaux dont l'un *m* dépasse en dessous et porte un pignon fou k' à encliquetage, engrenant sur une couronne dentée k^2 fixe retenue sur la plaque de fondation. Le bâti peut rouler sur la dite plaque au moyen de galets. Un injecteur N, destiné à projeter de l'eau chaude sur le bastissage, se trouve placé du côté opposé au conduit du poil.

La machine est desservie par une femme qui étale le poil sur la toile sans fin *a* ; à l'extrémité du conduit du poil, un homme surveille la confection du bastissage et manœuvre les cloisons mobiles *ff'*, enfin un troisième ouvrier est placé à l'injecteur pour l'ouverture des robinets et l'enlèvement du bastissage terminé. Le double porte-cône ainsi combiné permet de bastir sans interruption ; en effet, pendant que le premier cône reçoit le poil, l'autre est mouillé et débarrassé du bastissage ; ensuite l'ouvrier produit, au moyen du pied, l'enclanchement du pignon k' qui, engrenant avec la couronne dentée, entraîne le porte-cône et lui fait accomplir exactement une demi-révolution, au moyen d'un toc de déclanchement. Le cône débarrassé de son bastissage vient se remettre en position pour recevoir le poil pendant que l'autre va au mouillage. Cette disposition intéressante permet à la machine de donner 450 à 600 bastissages selon le poids des chapeaux.

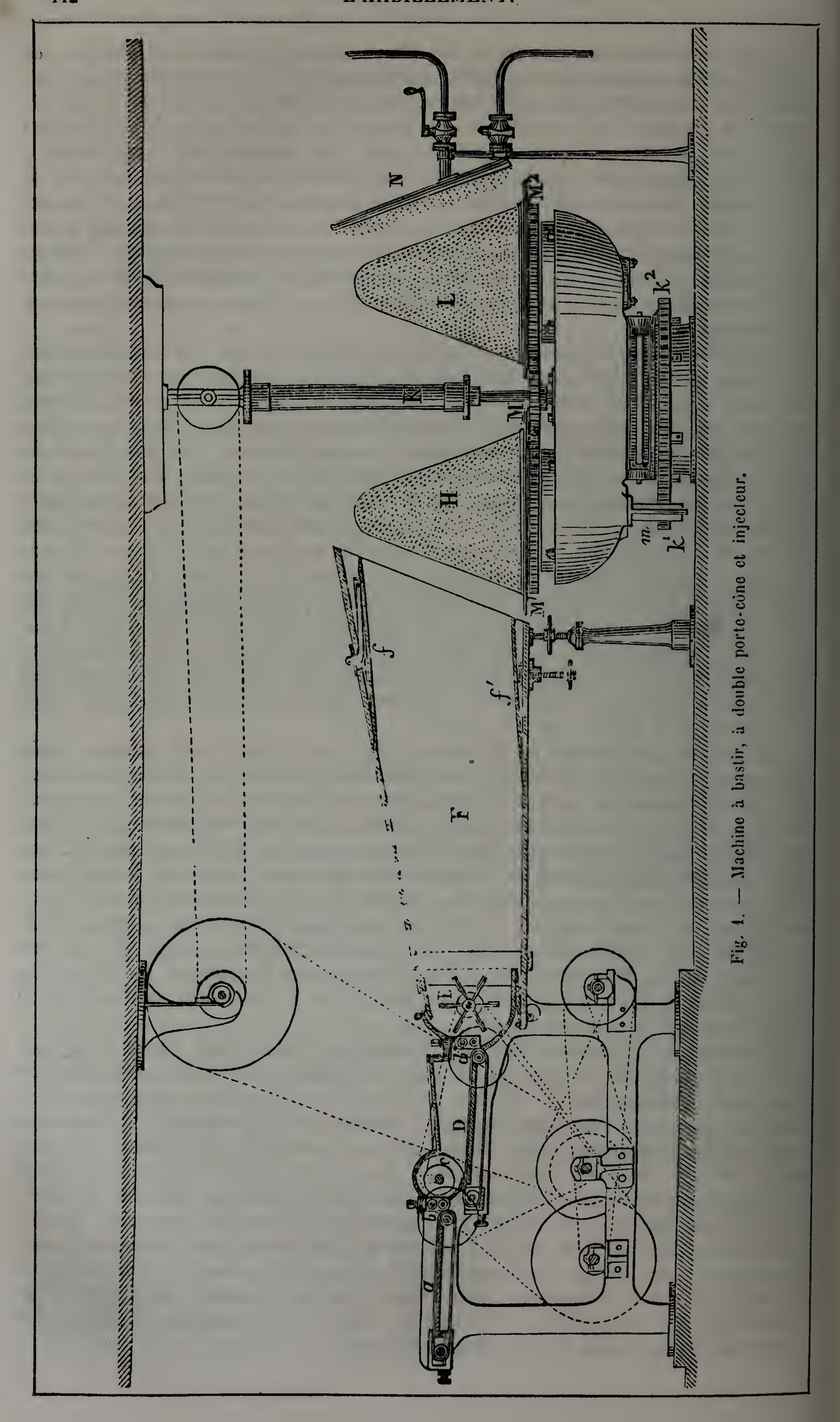


Fig. 1. — Machine à bastir, à double porte-cône et injecteur.

Simoussage. — Lorsque le bastissage vient d'être enlevé du cône, il est saturé d'eau, une ouvrière le prend dans cet état et commence par l'essorer, puis elle le développe sur une grande table en fonte creuse et chauffée à la vapeur, l'entoure dans une pièce en drap flanelle et fait rouler le tout par de petits mouvements saccadés afin de provoquer un commencement de feutrage. Des essais ont été faits pour arriver à simousser mécaniquement, mais les résultats obtenus jusqu'ici n'ont pas été satisfaisants.

Foulage. — Lorsque l'opération précédente est terminée, il y a lieu de procéder au foulage, c'est-à-dire de faire rentrer le bastissage sur lui-même en réduisant ses dimensions de deux tiers et lui faisant acquérir ainsi une épaisseur convenable et la solidité nécessaire pour lui faire supporter les opérations ultérieures. Ce travail a été considéré pendant longtemps comme impossible à exécuter mécaniquement. Cependant quelques années avant l'Exposition de 1867, des inventeurs ont dirigé leurs efforts vers ce but qui est maintenant à peu près atteint. Les premiers essais de foulage mécanique ont été faits à l'aide des foulons employés dans la draperie. Ces machines ne donnèrent pas tout d'abord des résultats satisfaisants, et leur emploi ne se généralisa pas. Les recherches pour le meilleur outil à trouver se portèrent dans une autre direction ; on a essayé de se rapprocher du travail manuel et c'est ainsi que fut combinée la fouleuse qui fonctionnait en 1867. Le feutre obtenu avec cette machine était supérieur à celui donné par les foulons d'alors, mais le peu de travail qu'elle fournissait ne la rendait pas pratique.

La question du foulage mécanique n'était donc pas encore arrivée à maturité à cette époque. Depuis, des expériences ont été reprises de divers côtés et nous pouvons constater aujourd'hui le progrès considérable qui a été fait dans cette voie. Le foulon à marteaux, primitivement employé, reçut des modifications importantes et fut bientôt tout-à-fait approprié au travail spécial du foulage des chapeaux; l'emploi de cette machine devint presque général.

Nous allons décrire succinctement quelques-uns des types de foulons à marteaux les mieux étudiés, toutefois nous devons dire un mot du foulage, considéré au point de vue pratique, et aussi essayer d'en déterminer les causes.

Dans le travail manuel, le bastissage, après avoir été simoussé, est pris par le fouleur et porté sur une table à six pans en pente au milieu de laquelle se trouve un chaudron en plomb rempli d'eau maintenue bouillante et légèrement acidulée. Comme outils, l'ouvrier dispose d'un roulet, morceau de bois rond aminci aux deux extrémités, de deux manicles, ou plaques en bois, qu'il s'attache sous les mains (1) et d'un autre morceau de bois, sorte de coin, qui lui sert à égoutter le chapeau. Pour mener un bastissage à la taille, c'est-à-dire le fouler complétement, il le trempe dans l'eau chaude et fait courir le roulet d'un bout à l'autre afin d'en faire sortir l'eau ; cette opération se renouvelle un très-grand nombre de fois en croisant de temps en temps le bastissage de manière à ne pas le fouler sur la même croisure, le bastissage est alors devenu plus fort et il est ensuite travaillé au moyen des manicles avec lesquelles l'ouvrier le presse en le pliant en divers sens, cela s'appelle fouler en tête, en lien ou en arête. Il arrive enfin à la taille, et, dans cet état, il est appelé cloche à cause de la forme qu'il affecte.

Machine à cailloter. — Nous avons vu plus haut que le bastissage, au sortir du simoussage, ne présente pas beaucoup de solidité; dans cet état, il serait

(1) Autrefois les *maniques* étaient de vieux souliers dont on retranchait les talons, les quartiers et une partie de l'enpeigne. (*Art de faire des chapeaux*, par M. l'abbé Nollet, 1775).

imprudent de le mettre dans un foulon à marteau, et il est nécessaire de lui faire subir un commencement de feutrage appelé caillotage. Ce premier travail est obtenu au moyen d'une machine spéciale dont la figure 2 donne une idée, c'est une véritable manicle à vapeur, elle se compose principalement de deux tables de bois portant des cannelures, l'une A, placée en dessous, est boulonnée sur un levier à contre-poids C et à pédale D qui l'oblige à s'appuyer sur la pièce supérieure B, mobile et animée d'un mouvement rectiligne alternatif obtenu par l'intermédiaire de glissières, de bielles E et de manivelles E', d'autre part la bielle étant clavetée par son pied, la pièce a un léger mouvement semblable à celui de la main de l'ouvrier. Pour se servir de cette machine on enroule les bastissages dans une couverture, et après avoir abaissé la pièce de bois inférieure A en mettant le pied sur la pédale D, on dépose ce rouleau et on l'abandonne pendant quelques minutes au roulement que lui communi-

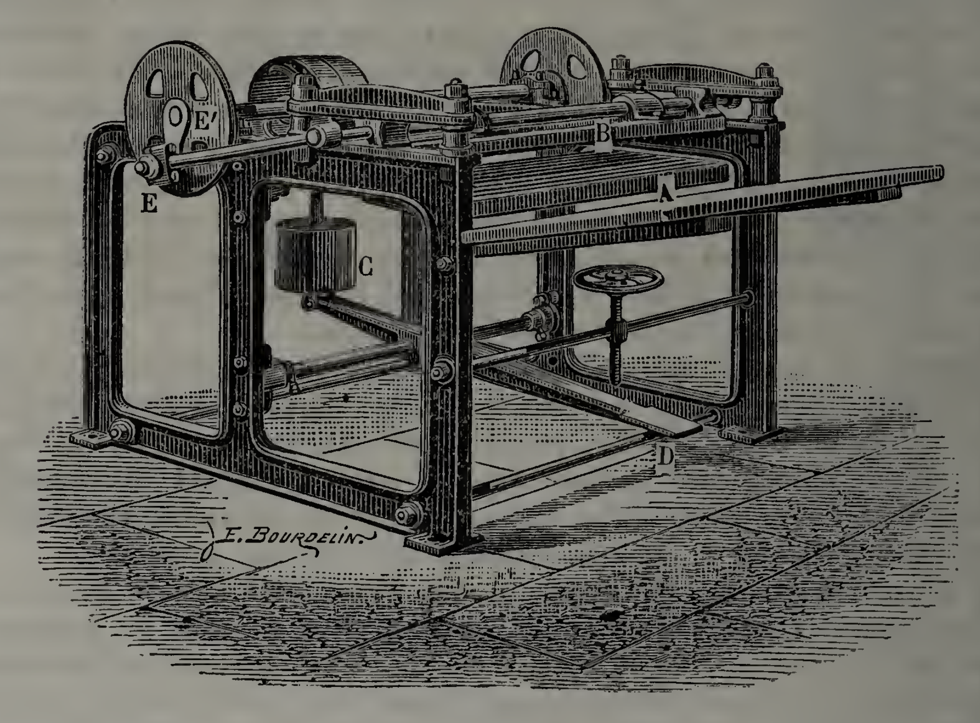


Fig. 2. — Machine à cailloter.

que la pièce supérieure par son mouvement. Les bastissages se trouvent ainsi avoir reçu un commencement de foulage et sont assez résistants pour être soumis aux foulons.

Machine à fouler. — Les foulons se composent, en général, de deux marteaux en bois portant des crans et animés d'un mouvement rectiligne alternatif ou suivant une courbe donnée, se mouvant dans une cuve d'une forme particulière et propre à faciliter le déplacement des chapeaux ; la partie libre laissée par les marteaux est occupée par les bastissages recevant un jet continu d'eau chaude acidulée qui les imbibe constamment, en même temps que les chocs répétés des marteaux obligent l'eau à sortir ; cette action continue produit le foulage.

Le foulon représenté figures 3 et 4, et qui fonctionnait à l'Exposition, diffère essentiellement du type général en ce que les deux marteaux A et B, au lieu d'être placés côte à côte, sont ici superposés, cette ingénieuse disposition a pour but de faire tourner d'une manière continue et sûre les chapeaux de manière à ce que toutes leurs parties se présentent à l'action des marteaux, de produire un feutrage régulier, sans déformation et de conserver aux bastissages leur composition primitive, c'est-à-dire la force relative des diverses parties du cha-

peau, condition indispensable dans toute bonne fabrication. Une autre conséquence de cette nouvelle disposition est de pouvoir fouler 20, 30 ou 50 chapeaux seulement à la fois, sans être dans l'obligation d'emplir la cuve de chapeaux comme dans les foulons ordinaires, ou bien de combler les vides au moyen de couvertures.

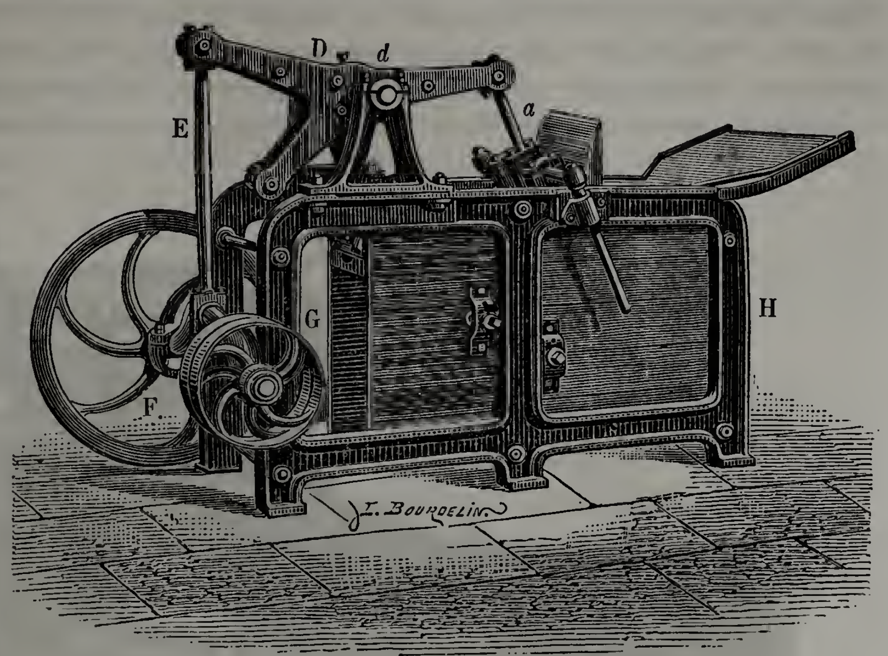


Fig. 3. — Machine à fouler, élévation du foulon.

Le dessin en coupe fig. 4 montre la forme de la cuve C qui contient les chapeaux, et les marteaux A et B placés l'un au-dessus de l'autre commandés par des bielles *a* et *b* assemblées à un triple levier D articulé en *d*. Ce levier reçoit son mouvement par une bielle E assemblée à un arbre inférieur F, et les poulies G communiquent avec l'arbre de transmission; les mouvements et la cuve sont fixés à deux bâtis en fonte H. Il résulte de cette disposition que lorsque le marteau inférieur B est au point le plus bas de sa course, le marteau supérieur A est au plus haut, en sorte que les bastissages emplissant la cuve C, frappés tantôt par la base, tantôt par le sommet, sont constamment en mouvement et foulés dans de bonnes conditions.

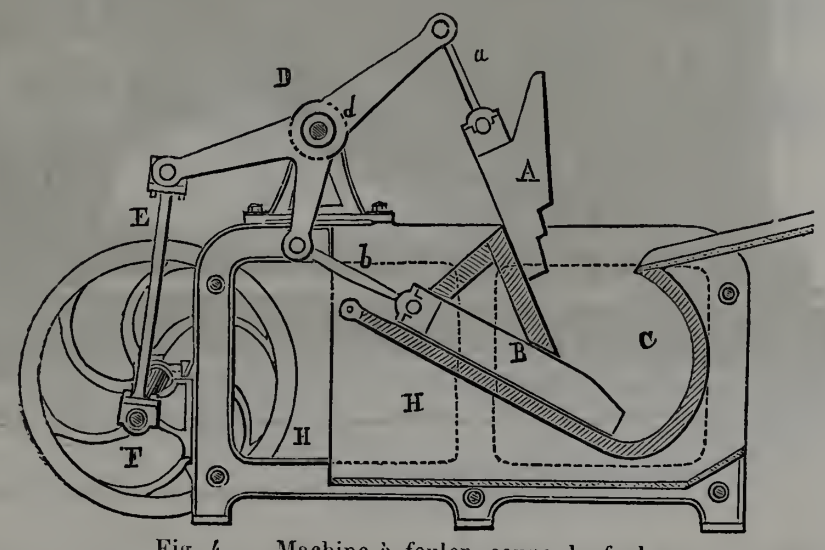


Fig. 4. — Machine à fouler, coupe du foulon.

Grand foulon. — MM. Coq fils et Simon construisent également un grand foulon avec machine adhérente (fig. 5) dont la vitesse et la course des marteaux sont variables. Cette machine, qui contient 300 chapeaux environ, est plus spécialement destinée à la grande fabrication pour les chapeaux ordinaires en poils ou en laine. La machine adhérente permet d'installer ce foulon dans un local dépourvu de transmission et de varier le nombre de tours par une simple ouverture du robinet à vapeur, ce qui n'est pas sans intérêt quand on soumet des bastissages peu résistants à l'action des robustes marteaux de cette machine.

La course variable des marteaux facilite beaucoup le foulage; on peut commencer avec une très-petite course, alors que les bastissages très-volumineux emplissent la cuve, et terminer avec la plus grande course nécessaire afin d'atteindre le feutre qui a perdu une grande partie de son volume.

La variation de la course s'obtient en déplaçant le centre d'oscillation o, des balanciers K, qui se trouve placé sur une vis actionnée par un volant P; ce changement peut donc se faire en marche. Outre ces foulons, on emploie aussi dans des fabriques de chapeaux le foulon à marteaux tombant verticalement, dont on fait encore usage dans quelques pays pour le foulage des draps et des lainages; il est assez connu pour que nous n'en donnions pas le dessin.

D'autres manufactures font usage de machines à fouler d'une forme toute

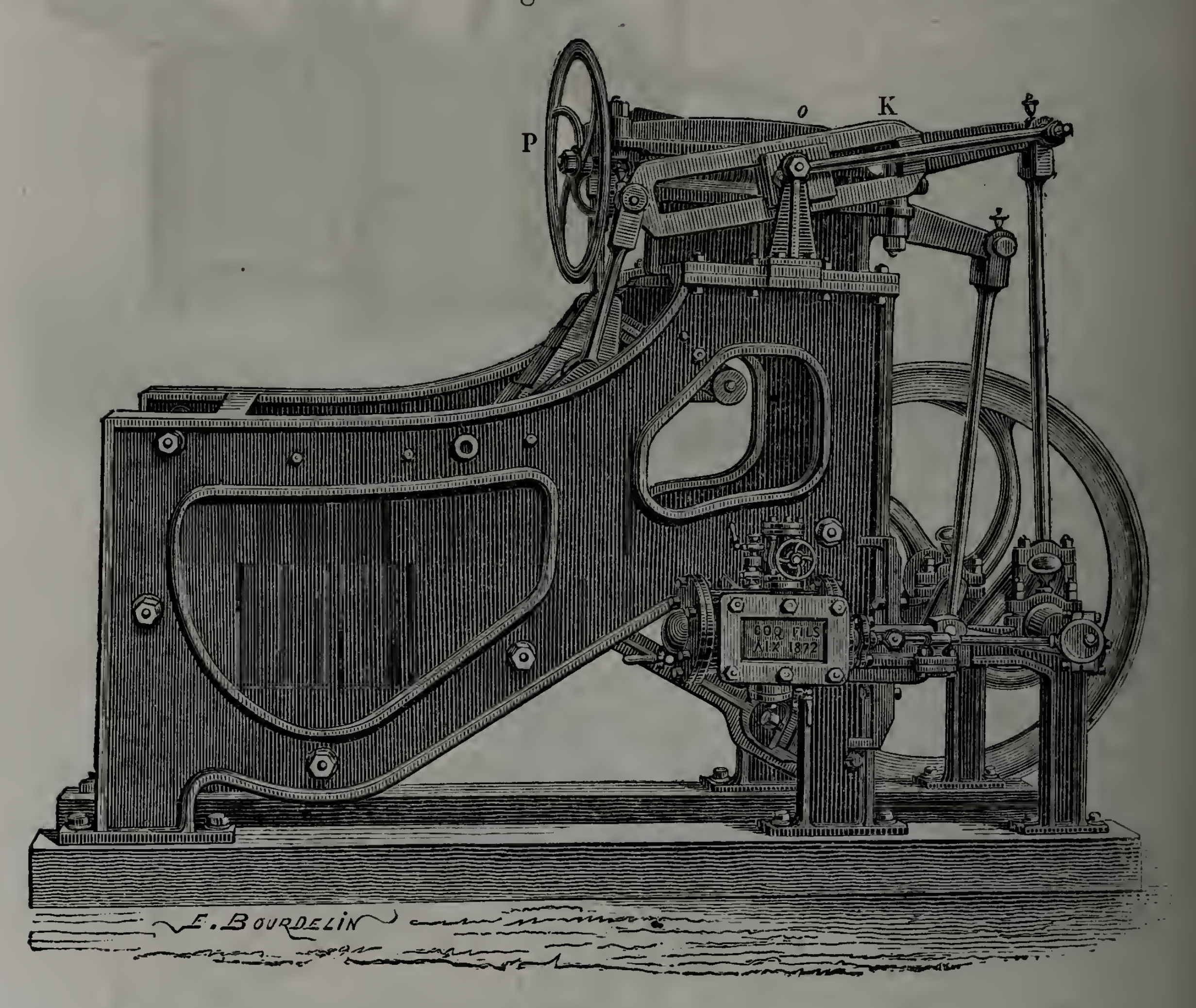


Fig. 5. — Grand foulon avec machine adhérente.

différente et dans lesquelles le travail a lieu suivant un système absolument opposé. En effet, dans le foulon, le feutrage a lieu par masses, les marteaux agissant sur tous les chapeaux ensemble; tandis que dans la machine à fouler, c'est tout différent : les chapeaux sont travaillés isolément; chacun d'eux reçoit le frottement des organes mobiles et presseurs à la fois qui sont généralement des cylindres plus ou moins gros. Parmi les machines de ce genre, l'une d'elles est composée de deux séries horizontales de rouleaux superposés, doués d'un mouvement de déplacement dans le sens de leur longueur en même temps que d'un mouvement circulaire destiné à l'entraînement des chapeaux placés entre les deux rangées, les rouleaux diminuent de diamètre du premier au dernier de manière à produire une vitesse différentielle favorable à la rentrée des chapeaux. M. Laville, fabricant de chapeaux de feutre, renommé dans son industrie, avait essayé cette machine à son usine de Charonne et l'avait bientôt abandonnée, mais la manufacture des feutres et chapeaux, aujourd'hui propriétaire de l'usine Laville, a repris cette machine en lui apportant quelques modifications dont les plus importantes portent sur la suppression d'un certain

nombre de rouleaux et sur le système de mouillage; les organes du mouvement sont également mieux entendus. Cependant l'entretien des rouleaux est l'objet de dépenses considérables, car, formés de rondelles de feutre, ils coûtent très-cher et ne font un service convenable que de peu de durée; on doit les changer tous les trois mois, et, bien avant cette époque, ils ont sensiblement diminué de diamètre, se sont ramollis et ne présentent plus la consistance nécessaire pour opérer un bon feutrage; la quantité de travail diminue alors considérablement, puis l'espace entre les cylindres consécutifs ayant augmenté de toute l'usure du feutre, les chapeaux tombent dans la bâche au lieu de sortir par l'extrémité opposée de la machine. A part cet inconvénient, cette machine paraît résoudre d'une manière satisfaisante la question du foulage mécanique, en ce sens qu'elle peut fouler complètement les chapeaux du commencement à la fin.

Pour nous résumer sur la question du foulage mécanique, nous devons constater que le travail le mieux entendu est celui qui consiste à commencer et à finir à l'aide d'une fouleuse à cylindre, et à faire la rentrée du feutre avec un foulon à maillets verticaux ou inclinés qui l'opère en très peu de temps. La fouleuse de la manufacture des feutres et chapeaux tout en pouvant, dans un temps relativement long, fouler complètement les chapeaux, est plus utilement employée pour commencer et finir le feutre qu'on fait, entre ces deux opérations, passer au foulon; on obtient ainsi un travail plus rapide.

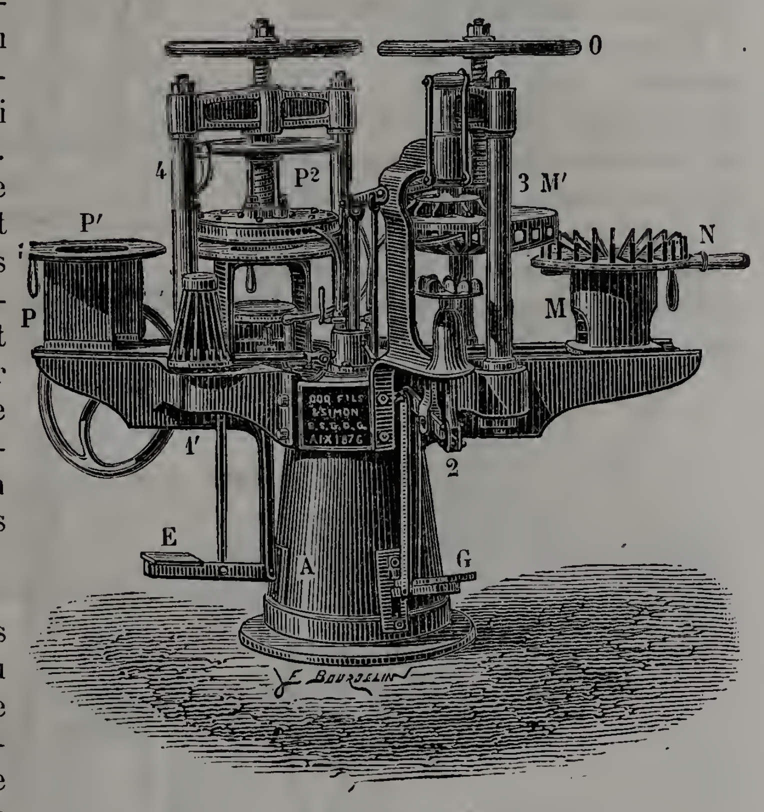


Fig. 6. — Ensemble de la dresseuse.

Dressage de foule. — Nous devons maintenant parler du dressage de foule qui arrive immédiatement après le foulage, et qui a pour but de donner à la cloche la forme du chapeau avec tête et bords que tout le monde connaît. L'une des premières machines combinée en vue du dressage de foule est venue d'Amérique et figurait à l'Exposition universelle de 1867. Quoique fort ingénieuse, elle n'était propre qu'à faire une partie du travail, et encore avait-elle besoin de perfectionnements nombreux pour entrer dans les manufactures, mais le prix exorbitant auquel voulait la vendre l'inventeur la fit abandonner avant de l'essayer.

Une autre machine apportée d'Angleterre eut le même sort et pour les mêmes raisons. Elle avait pour défaut principal de faire presque d'un seul coup un travail qui exige plusieurs opérations bien distinctes; mais depuis, en Amérique et en Angleterre on est parvenu à construire des machines pratiques rendant des services.

MM. Coq fils et Simon, analysant les opérations principales du dressage, ont combiné un groupe de quatre appareils qu'ils placent sur un seul bâti comme on le voit fig. 6, ou sur deux bâtis (fig. 7 et 8).

Ces quatre appareils désignés par les numéros 1, 2, 3, et 4 se voient assez distinctement sur le dessin en perspective, et sont présentés vus de côté sur les deux dessins auxiliaires (fig. 7 et 8). Chacun d'eux a un but spécial et est formé d'organes combinés pour l'obtenir ; le premier appareil reçoit la cloche et ouvre le fond, le second termine le fond, le troisième étend les bords et le quatrième fait le lien et termine le bord plat.

Tous les organes qui concourent au dressage sont groupés autour du bâti conique A portant les mouvements à pédales et les tuyaux et robinets de vapeur.

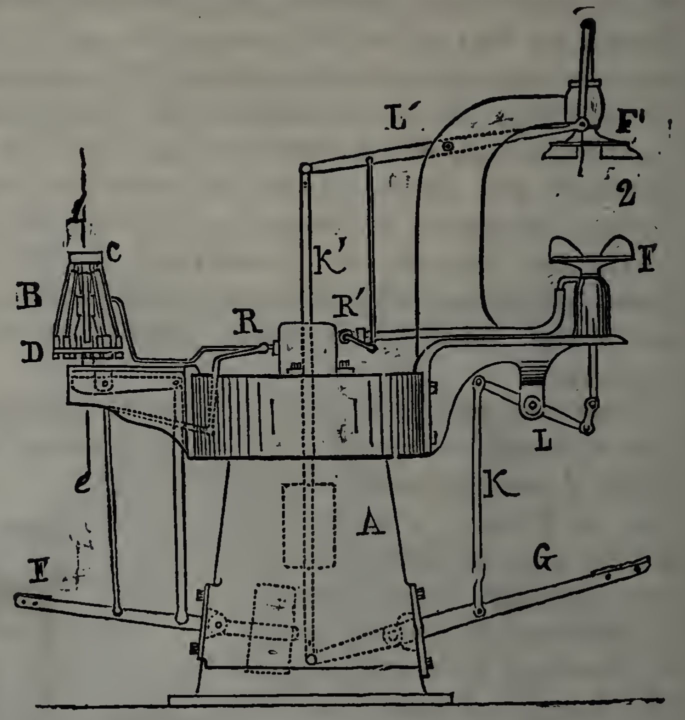


Fig. 7. — Dresseuse pour les fonds.

L'appareil 1 des fig. 6 et 7 est destiné à faire la rosette ou fond du chapeau. Dix ailes en bronze B, retenues à la partie supérieure par une bague en caoutchouc C, et articulées à leur partie inférieure D, sont poussées par un champignon intérieur sur lequel elles s'appuient, lorsqu'on met le pied sur la pédale E, en sorte que la bague en caoutcohuc s'agrandit de plus en plus et

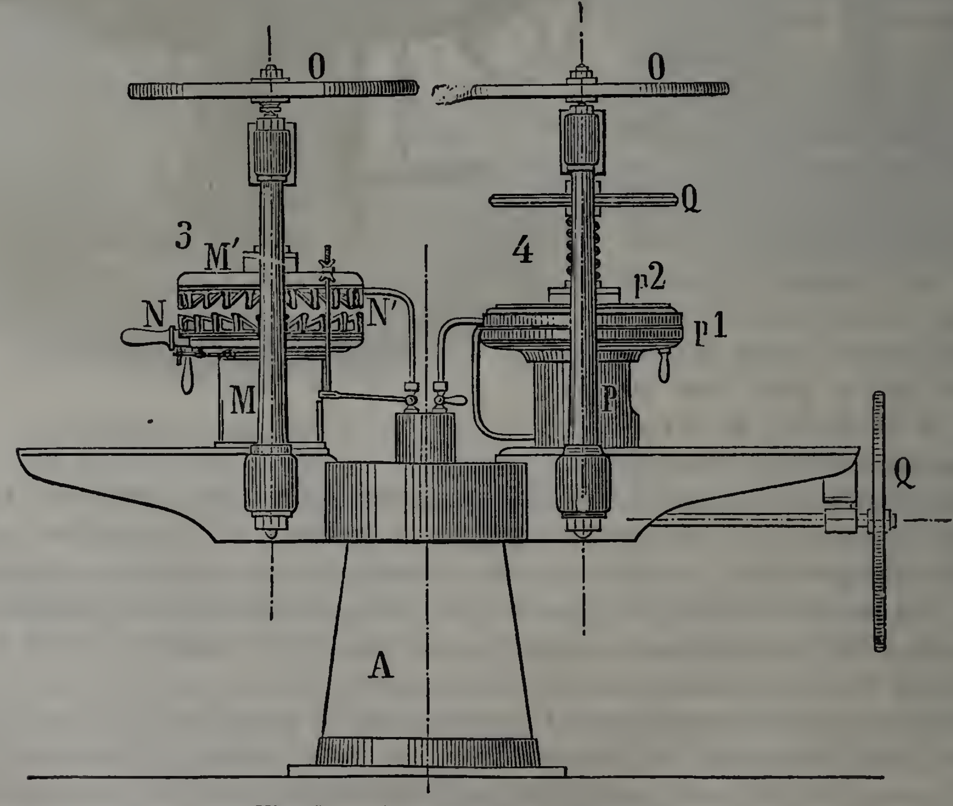


Fig. 8. — Dresseuse pour les bords.

oblige le fond du chapeau, ou plutôt de la cloche, qui est conique, à devenir plate ; on remarquera que la pédale fait mouvoir une petite bielle *e* reliée à la clef d'un robinet R de vapeur qui s'ouvre pendant le travail des ailes et qui a pour but de ramollir le feutre. La cloche est ensuite mise sur l'appareil n° 2

dont l'effet est d'aplatir le fond jusqu'à la carre ; ce résultat est obtenu par les deux plaques F F′ (fig. 7) portant des dents qui entrent les unes dans les autres en se rapprochant par le mouvement répété de la pédale G ; le feutre se trouvant tendu, on met alors la forme par-dessus la cloche et on relève les côtés en l'air de manière que la cloche se trouve enformée. Le rapprochement des deux plateaux est obtenu par l'intermédiaire des bielles K K′ et des leviers L L′ dont l'un L′ agit également sur un robinet de vapeur R′.

Le chapeau ainsi enformé est porté sur l'appareil n° 3 (fig. 8), il est posé la tête en bas sur le chariot inférieur M de telle sorte que le bord vienne reposer sur une série de dents N disposées tout autour. Un plateau supérieur M′ qui porte un même nombre de dents est fixé à l'extrémité d'une vis terminée par un volant O qu'on manœuvre à la main ; il fait descendre les dents supérieures, par mouvements saccadés, dans les vides des dents inférieures, on abat le bord pendant que la vapeur est projetée sur toute sa surface.

On retire alors le chapeau dont le bord porte l'empreinte des dents, et on le met sur l'appareil n° 4 dans le coulisseau inférieur P, lequel est muni d'une plaque en cuivre P′ portant un trou ovale de la dimension de l'entrée qu'on veut donner au chapeau ; on fait ensuite descendre le plateau presseur chauffé P², le bord reçoit une pression énergique qui l'aplatit, le lien se coupe sur la plaque en cuivre et le fond est également pressé par un plateau inférieur à vis manœuvré par le volant Q qui est sur le devant de la machine. Après ce dernier travail, le chapeau a la rosette bien faite, le flanc bien tiré, le lien parfaitement coupé et le bord abattu de telle sorte qu'il ne gode pas et que la rosette ne remonte plus ainsi que cela a lieu souvent dans le dressage à la main. Pour faciliter le placement des chapeaux sur cette machine ainsi que sur la précédente, les chariots inférieurs M et P glissent dans des rainures et sont approchés à l'avant, comme on le voit fig. 6. Les résultats qui paraissaient difficiles à réaliser sont obtenus par cette machine dans de bonnes conditions, surtout pour le dressage des chapeaux noirs qu'aucune autre machine ne peut faire aussi bien.

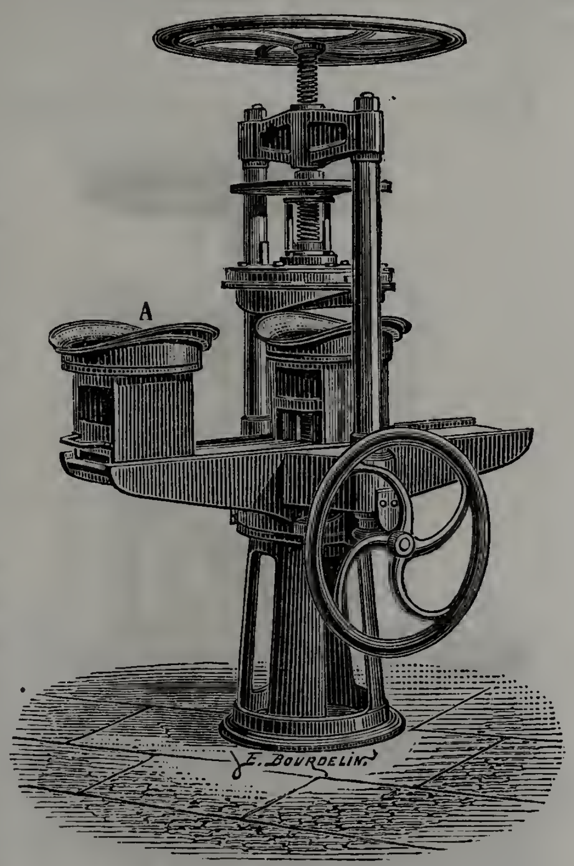


Fig. 9. — Machine à faire les bords cintrés.

M. Maloire a exposé un petit instrument pour couper les bords des chapeaux impers, formé d'une sorte d'appareil à tracer les ellipses sur lequel on monte une forme ; on fait tourner l'appareil et le chapeau en même temps après avoir réglé l'ovale à donner aux bords, puis ceux-ci passent entre deux lames fixes ouvertes comme des ciseaux qui les coupent à la grandeur déterminée.

Lorsque le bord du chapeau à dresser doit être cintré, au lieu d'être terminé par la machine 4 de la figure 8, il est porté sur une machine supplémentaire fig. 9 ayant son plateau presseur cintré A à la courbure convenable. Tous les autres organes et la manœuvre de cette machine sont identiques à ceux de l'appareil n° 4. En relevant les bords on facilite la mise en tournure.

4° **Ponçage.** — Le foulage, tout en amenant le bastissage à la taille, l'a aussi débarrassé d'un mauvais poil qui ne feutre pas, et qu'on appelle jarre, une partie cependant est restée à la surface du chapeau. C'est au moyen du ponçage qu'on l'enlève et qu'on donne le duvet. Le ponçage mécanique est exécuté depuis plus de quinze ans, par diverses machines qui, depuis 1867, n'ont été l'objet que de perfectionnements peu importants, MM. Coq fils et Simon exposent une ponçeuse dans laquelle les engrenages d'angle de la commande de l'arbre vertical sont remplacés par des cônes à friction. Ces machines sont à une ou deux places.

Le chapeau est toujours monté sur un plateau tournant à huit ou neuf cents tours par minute, et la poussière est enlevée par un aspirateur, enfin le jarre est retiré au moyen de pierres ponces factices et le fini est donné par le frottement de papier émeri très-fin collé sur une pièce en caoutchouc.

Apprêt. — Le ponçage étant terminé, la fabrication divise les chapeaux en deux séries, les chapeaux souples et ceux impers ou durs. Afin de conserver au chapeau souple une certaine rigidité de forme, le bord est apprêté. L'apprêt est une dissolution de gomme faite à chaud dans l'alcool. Il est mis sur le bord du chapeau avec un pinceau et on le force à pénétrer dans l'intérieur du feutre au moyen de la presse à apprêter, dont nous donnons la gravure fig. 10.

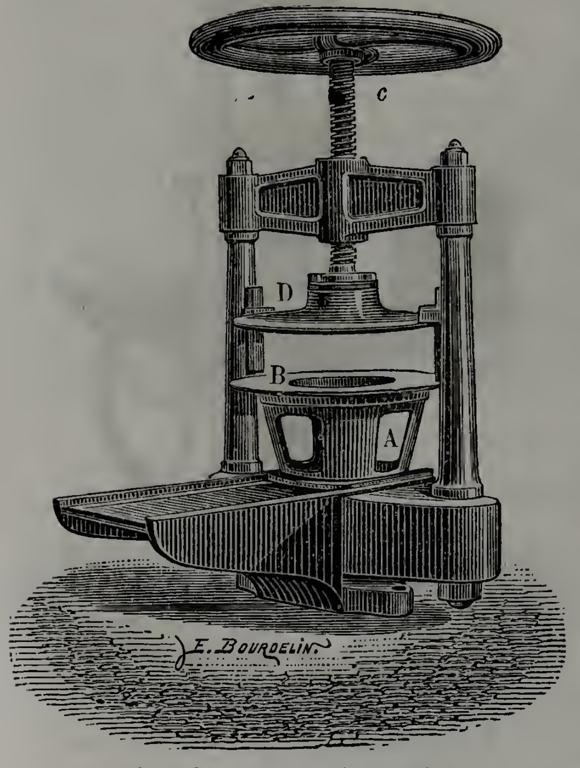


Fig. 10. — Presse à apprêter.

Le chapeau est placé dans la cuvette A le bord appuyé en B, en tournant la vis C on abaisse le plateau supérieur D, qui presse le chapeau entre les deux plateaux. Les chapeaux impers sont complètement gommés.

Depuis quelques années la chapellerie produit un chapeau appelé confortable dont le bord est apprêté et le fond légèrement gommé, le flanc de ce chapeau est souple. La fabrication s'est surtout portée vers les noirs qui se produisent en grande quantité. Ces chapeaux reçoivent la teinture après le ponçage.

Dressage d'appropriage. — Passage au fer. — Tournure. — La fabrication du feutre est complétement terminée par le ponçage. Mais il reste à faire subir au chapeau, avant de le livrer au commerce, diverses opérations ayant pour but de lui donner la forme très-exacte qu'il doit avoir : le repassage, puis la forme des bords qui varie avec la mode, après il ne reste plus que le garnissage, c'est-à-dire l'ornementation, la pose du bourdaloue, du cuir, de la coiffe, etc., que nous verrons plus loin. La mise en forme, le passage au fer et la tournure sont faits encore par le fabricant de feutre, en raison sans doute du matériel important qu'il faut pour cela et que ne peut pas posséder l'atelier de garnissage, qui, le plus souvent, est annexé au magasin de vente du négociant en chapellerie.

Divers moyens sont employés selon l'espèce et la qualité s'il s'agit de chapeau de feutre de belle qualité, on l'enforme à la main sur une forme en bois, puis le passage au fer se fait par des ouvriers exercés, qui donnent

au feutre le brillant qu'on ne peut obtenir avec aucune machine. On conçoit, en effet, que la machine qui agit en quelque sorte brutalement ne peut pas remplacer le lissage du feutre que l'ouvrier obtient par un mouillage et des coups de fer souvent répétés. Enfin la tournure est une opération importante qui termine le chapeau, elle consiste à donner aux bords la cambrure qui convient plus spécialement à la forme de chaque modèle. Cette main-d'œuvre exige des ouvriers très-exercés et qu'on trouve assez difficilement, ils emploient pour ce travail des matrices en bronze montées sur bois sur lesquelles le chapeau est dressé et mis en tournure.

Ces diverses opérations qui, jusqu'ici, ont résisté à l'emploi des machines, y seront assujetties dans un avenir prochain, nous indiquerons les essais qui ont été faits et qui certainement passeront dans la pratique des ateliers ; il ne s'agit bien entendu ici que des belles qualités. Les trois opérations décrites ci-dessus étant, pour les chapeaux de feutre de qualité ordinaire, ceux de laine, de paille, de latanier, de crin, etc., exécutées dans de fort bonnes conditions, par une seule machine au moyen d'une forte pression.

Nous allons continuer notre description au point de vue des machines essayées pour l'appropriage des chapeaux fins et de celles employées pour les chapeaux plus communs se vendant en bien plus grande quantité et de ceux en paille et autres matières.

Essai sur l'appropriage mécanique des chapeaux fins. — La première opération consiste à mettre le chapeau sur sa forme, c'est le dressage d'appropriage qui, pour les noirs souples, s'exécute avec la dresseuse décrite au chapitre du dressage de foule n° 4. Pour le dressage des chapeaux impers et confortables, l'opération est plus difficile et on se sert maintenant d'une machine d'invention récente, exposée par MM. Coq fils et Simon, qui permet d'enformer les chapeaux confortables très-rapidement avec le bord au cintre nécessaire pour la tournure. Le chapeau, avant que d'être travaillé par la machine que nous allons décrire, doit avoir son fond préalablement ouvert et son bord abattu à la dresseuse de foule, fig. 8. La dresseuse d'appropriage, que le dessin, fig. 11, représente, se compose d'un cylindre en fonte A glissant sur un bâti B, il porte à sa partie supérieure un plateau cintré C ; au-dessus se trouve un plateau concave D, fixé à deux tiges mobiles *d d* à vis dont les écrous sont manœuvrés par le volant de côté E, un autre petit plateau F mobile, auquel est fixée la forme, est conduit par la vis *f* munie de son volant G à la partie supérieure. Pour enformer un chapeau on tire le cylindre A sur le devant de la machine, on pose le chapeau sur une plaque en cuivre dans laquelle il passe juste, et on met par dessus une autre plaque en cuivre qui a exactement l'entrée de la forme.

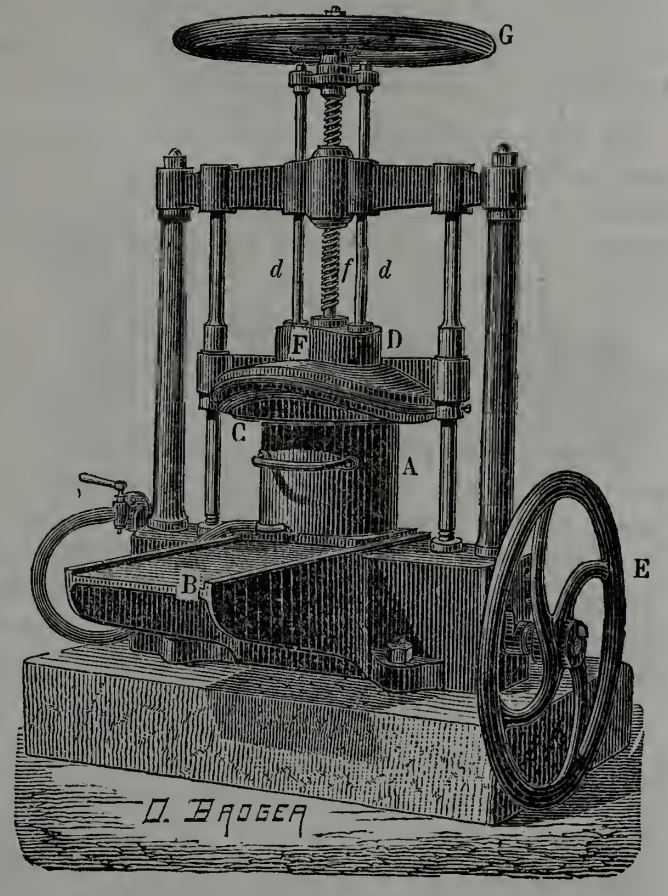


Fig. 11. — Dresseuse d'appropriage.

Cela fait, on pousse le cylindre A sous le plateau cintré D, puis tournant le volant de côté E, le plateau D descend et les deux plaques serrent alors fortement le bord. Pour entrer la forme dans le chapeau, on la place dessus et l'on tourne le volant G qui entraîne la vis *f* et descend le plateau-presseur F, celui-ci pousse la forme et la fait descendre jusqu'à ce qu'elle se colle parfaitement sur le flanc et la tête du chapeau. Pour avoir plus de facilité on fait entrer en même temps de la vapeur dans le cylindre.

Nous arrivons maintenant au passage au fer, dont le but est de donner du brillant au feutre. Bien des tentatives ont été faites pour opérer ce travail mécaniquement, il existe même une machine en Angleterre, mais elle n'est pas assez complète pour donner de sérieux avantages. Cette question du repassage mécanique au fer n'est pas encore résolue pratiquement. Nous croyons cependant que le moment n'est pas loin où une solution lui sera donnée. En ce moment l'appropriage se fait au moyen de fer que l'ouvrier conduit à la main, et qu'il promène sur le chapeau en le faisant tourner de l'autre main. L'ouvrier a soin de mouiller de temps en temps le chapeau avec une éponge afin que, sous le contact du fer, le feutre prenne un beau brillant.

La mise en tournure qui nécessite beaucoup de goût de la part de l'ouvrier, une grande habitude et une certaine habileté, en raison des formes variées qu'on donne aux bords des chapeaux, est fort difficile à réussir mécaniquement sans formes disposées exprès et qui constituent un matériel coûteux, lorsqu'on ne produit pas en grande quantité.

Quelques machines ont été essayées, l'une d'elles venue de l'Angleterre n'a pas eu beaucoup de succès, elle était formée d'un banc avec une matrice recevant le chapeau, un piston à vapeur terminé par une matière souple, du caoutchouc par exemple, donnait une pression considérable pour former le bord; puis pour le relever, deux plaques ou lames serrées par des coins fonctionnant par le piston à vapeur pressaient le caoutchouc en dessous et formait le dorsay, ce système fut abandonné à cause de ses résultats imparfaits. On a ensuite fait des outils tournuriers, mais pour chaque tournure une matrice spéciale était nécessaire, on faisait le bord, et non le retour du dorsay que l'ouvrier terminait à la main au fer, ce moyen a été abandonné également.

On s'est tenu dans ces derniers temps à l'emploi de matrices en bronze montées sur un cylindre creux en bois qui reçoit la tête du chapeau, les bords sont rabattus au fer, puis laissés plus larges pour être attachés avec une ficelle afin qu'ils ne se déforment pas, on les coupe ensuite à la largeur voulue en les sortant de la matrice. On remarquera qu'il faut pour satisfaire toutes les formes et entrées, une collection de matrices dont le nombre est de soixante-dix environ et qui nécessitent une certaine dépense.

Malgré le peu de réussite des machines, les inventeurs n'ont pas abandonné la partie, nous avons vu un appareil qui, bien que renfermant encore quelques imperfections nous semble destiné à rendre dans un très-prochain avenir des résultats sérieux. Cette nouvelle machine peut s'installer dans les ateliers d'appropriage, elle n'exige pas de force motrice et deux ouvriers peuvent y travailler et produire environ 200 tournures par jour, si le chapeau a été préalablement dressé à la dresseuse d'appropriage avec le bord cintré. De plus les matrices en bronze dont nous venons de parler et qui se trouvent dans beaucoup de chapelleries peuvent s'y adapter.

Machine de M. Legat. — Le passage et la tournure (le dressage est supprimé) des chapeaux de feutre, de laine, de paille de toutes espèces et de toutes formes,

est obtenu d'un seul coup par une machine construite par M. Legat. Cette machine, exposée en 1867, a reçu depuis cette époque de nombreux perfectionnements que nous allons décrire. Elle est basée sur le principe de la presse hydraulique dont elle est une des plus remarquables applications. C'est une presse dans laquelle le piston est formé d'une membrane élastique pouvant se mouler exactement sur tous les contours de l'objet à presser et lui communiquer la pression plus ou moins considérable qu'elle doit recevoir, au moyen d'une pompe toute spéciale adaptée sur son bâti ou d'un compresseur ou d'un accumulateur agencé dans ce but.

Quelques explications à l'appui du dessin, fig. 12, en feront comprendre l'agencement et le fonctionnement.

Un bâti K, sur lequel est fixée une pompe spéciale a deux pistons O, et P, et tout le mécanisme : leviers L *l*, arbres *r*, *r'*, manivelles *m* et bielles *n*, *n'* destiné à la faire mouvoir, porte, au moyen de trois colonnettes filetées *b* une pièce B, dite chambre de chauffe, disposée pour recevoir une forme métallique quelconque sur ou dans laquelle doit être placé le chapeau à repasser. Un volant *t* actionnant une tige centrale sert à soulever la forme pour la retirer facilement et la remplacer.

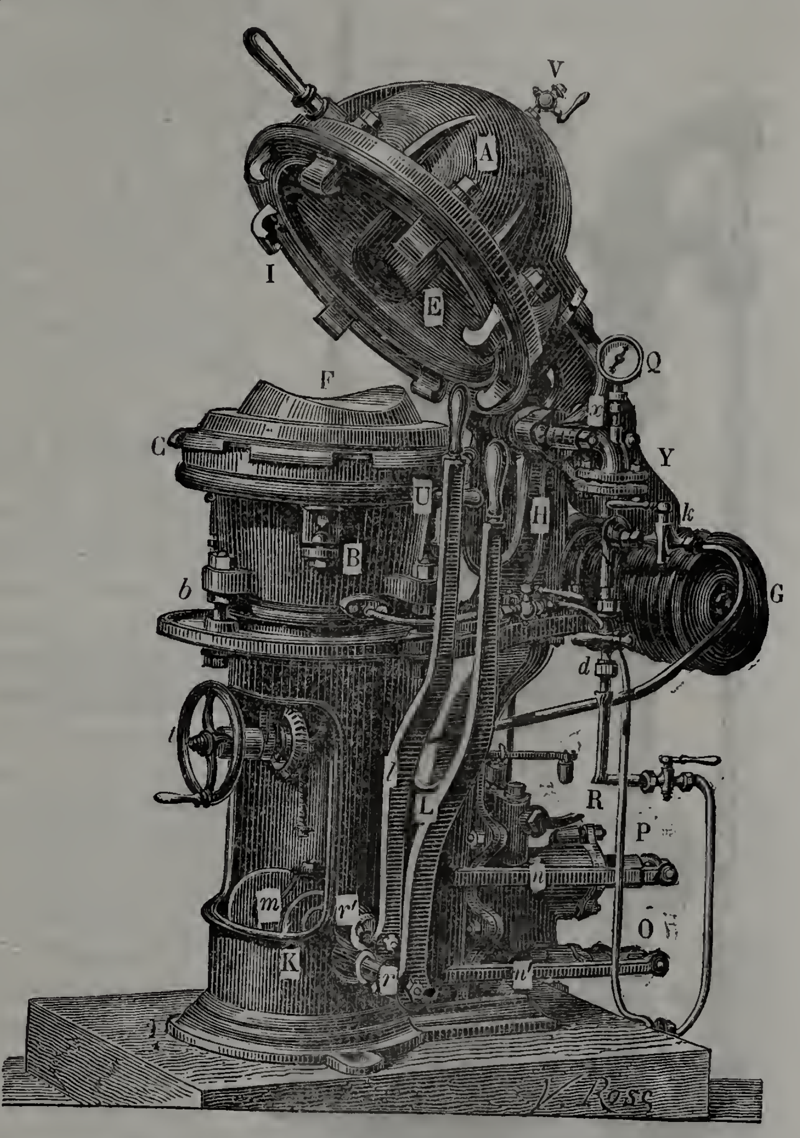


Fig. 12. — Machine à dresser de M. Legat.

Sur le bâti est fixé un support à deux branches H portant, articulée sur tourillon, une coupole ou chambre de pression A équilibrée par des contre-poids G fixés à la demande dans une coulisse ménagée à l'extrémité du levier Y. La coupole porte la membrane élastique, jouant le rôle de piston, fixée au moyen d'une couronne et de boulons I terminés par des crochets. Elle est mise en communication avec la pompe de pression par la tuyauterie spéciale de refoulement R, *d*, *x* ; et, par le tuyau de décharge, avec un réservoir contenant l'eau nécessaire au fonctionnement et placé à cet effet derrière le bâti de la machine.

Cette coupole porte aussi un robinet V, pour chasser, avant la mise en marche, l'air qui est renfermé. Une couronne dentée C, ajustée sur la chambre de chauffe B de façon à pouvoir tourner au moyen d'une poignée U, peut engager ses saillies dans les crochets I de la coupole, quand cette dernière est abaissée au contact de la chambre de chauffe, pour constituer la fermeture de la

machine. La pression nécessaire, très-rapidement et très-facilement obtenue par la manœuvre des leviers L et l, est indiquée par un manomètre Q.

Cette machine est extrêmement solide et bien combinée; malgré cela, par surcroît de sécurité, elle est munie d'une soupape de sûreté, communiquant avec le refoulement de la pompe pour empêcher de dépasser la pression maxima fixée pour satisfaire à tous les besoins du travail et, par son fonctionnement automatique évite, tout accident pouvant provenir de causes diverses. Pour faire fonctionner la machine, on place avec soin sur ou dans la forme chaude F, le chapeau (de paille, feutre, crin ou autres) préparé convenablement en le recouvrant d'un feutre sans apprêt, pour le protéger du contact direct de la membrane E; on baisse la coupole A et on effectue la fermeture, on manœuvre le levier L pour actionner le gros piston et atteindre vivement une légère pression assurant les contacts, puis on manœuvre le levier l, pour actionner le petit piston et atteindre la pression jugée nécessaire et indiquée au manomètre.

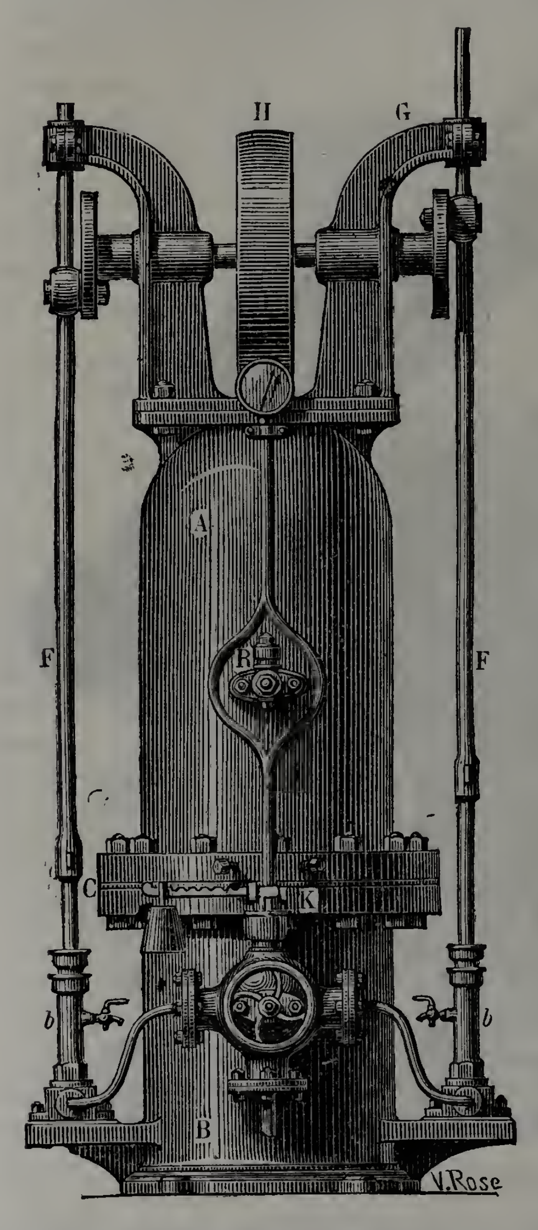


Fig. 13. — Accumulateur automatique.

Laissant en pression une minute à peu près pour le travail courant, on ouvre ensuite le robinet de vidange k, pour évacuer et faire retourner dans la bâche l'eau ayant servi à obtenir la pression; puis, on relève le couvercle A de la machine et on retire le chapeau qui est ainsi terminé et bien fini. La manœuvre de cette machine est tellement douce et facile qu'un seul homme peut aisément en conduire deux pour la paille et trois pour le feutre, et produire ainsi le travail de trente à quarante ouvriers. Cette machine est employée par un grand nombre de fabricants dont le but est de produire économiquement de grandes quantités de chapeaux, elle a contribué à soutenir la concurrence tentée chez nous par les pays étrangers.

Dans le but d'éviter aux ouvriers la manœuvre des pompes de presses, M. Legat construit un accumulateur automatique (fig. 13), donnant de bons résultats. Cet appareil, qui supprime les énormes contrepoids des accumulateurs Armstrong, fonctionne par le moyen de l'air comprimé et a pour objet d'emmagasiner l'eau à une pression déterminée afin que, selon les besoins et sans autre fatigue que la manœuvre de robinets, elle se distribue et utilise sa pression, qui peut être considérable, sur les machines qui la reçoivent.

Il se compose d'une partie inférieure cylindrique B, portant les pompes b et les robinets, au-dessus est une partie A, en forme de cloche, portant les supports et la poulie H qui fait fonctionner les pistons F. La partie inférieure B contient l'eau refoulée par les pompes et la partie supérieure A contient l'air emprisonné et comprimé à la pression voulue au moyen d'une pompe spéciale montée à cet effet sur le robinet R, au moment de la mise en train et une fois pour

toutes. Une membrane en caoutchouc C, faisant joint entre A et B et séparant en même temps l'air de l'eau, est obligée de suivre les fluctuations de cette dernière et d'en communiquer les mouvements relatifs aux clapets des pompes à l'aide d'organes intermédiaires. Par ce moyen, les pompes se désamorcent et par suite n'envoient plus d'eau dans la partie inférieure, quand le niveau atteint la pression maximum fixée, au contraire, les pompes s'amorcent et refoulent de l'eau dans cette même partie inférieure dès que le niveau approche du minimum qui lui est assigné.

De cette façon, le débit des pompes se proportionne automatiquement à la dépense de l'eau employée et toujours fournie à une pression convenable. Une soupape de sûreté spéciale K fonctionne à la pression maxima et évite qu'aucun accident n'arrive à l'appareil et aux machines, ainsi qu'à la tuyauterie qui les met en communication. Cet appareil, ne prenant que peu de force, est non-seulement avantageux dans les grandes installations de machines à chapeaux, où un seul appareil prenant un tiers de cheval peut suffire pour 10 ou 12 presses, mais encore dans toutes les installations où une forte pression doit être vivement obtenue et sans fatigue.

Les appareils de M. Legat, constamment perfectionnés, rendent d'excellents services aux manufactures qui en font usage.

5° **Garnissage.** — Le garnissage qui consiste dans la pose du bord, du cuir, du bourdaloue, etc., est toujours fait par des ouvrières choisies pour leur bon goût, la machine à coudre sert à fixer le bord seulement ; les fonds et le cuir sont préparés à l'avance, de telle sorte qu'il n'y ait qu'à les poser.

II. MACHINES EMPLOYÉES DANS LA FABRICATION DES CHAUSSURES.

Le mouvement favorable à la fabrication mécanique des chaussures, que nous avons constaté en 1867, s'est accru depuis dix ans dans des proportions très-considérables et le moment n'est pas éloigné, croyons-nous, où la fabrication à la main sera devenue l'exception, tant l'emploi des machines se généralise.

Si l'on examine le matériel exposé par les diverses nations, on remarque de suite la manière dont l'industrie se pratique dans chacune d'elles. Ainsi, en Amérique où la petite fabrication est absolument inconnue, où toutes les usines sont organisées pour fonctionner mécaniquement, où toutes les opérations sont divisées et calculées pour ne nécessiter des rares ouvriers qu'on emploie qu'un travail de montage où l'on ne peut pas faire toutes les opérations mécaniquement, on trouve, depuis le travail le plus simple jusqu'au plus compliqué, des machines ou appareils qui résolvent tous les problèmes d'une fabrication à bon marché et dont la production peut être très-considérable. En France, au contraire, où l'industrie est moins centralisée, où se trouve, encore, quoique en nombre plus restreint qu'autrefois et qui tend à diminuer le cordonnier et le bottier, les inventeurs, nombreux d'ailleurs, se sont appliqués chacun à l'une des spécialités de la fabrication et, il faut le dire, sans qu'on rencontre nulle part une bien grande ingéniosité ; pour une machine d'un type déterminé on rencontre dix copies, plus ou moins mauvaises, faites par des industriels qui n'ont rien su trouver eux-mêmes et se sont rabattus sur la propriété d'autrui, comme sur une proie qu'ils se croient le droit de se partager.

Cette différence profonde entre l'industrie de la chaussure solide et principalement de la chaussure pour hommes et du matériel mécanique qui sert à

sa fabrication en France et la même industrie et son matériel de fabrication en Amérique, ne nous permet pas d'examiner comparativement l'outillage exposé par les deux pays, mais nous prendrons chaque exposition isolément, en commençant par celles de la France.

Exposition française.

Les diverses parties du matériel servant à la fabrication des chaussures et correspondant aux opérations du travail se composent: 1° Des formes, patrons et calibres; 2° des découpoirs et emporte-pièce; 3° des cambreuses; 4° des apprêteuses; 5° des machines à monter; 6° des machines à visser et à coudre les semelles; 7° des machines à fraiser les talons; 8° des outils et accessoires à terminer.

1° **Formes, calibres, patrons.** — Quoiqu'à Paris et en province un grand nombre de fabricants de formes, habiles dans leur métier, fournissent aux fabricants de chaussures des modèles bien faits, un seul, M. Belvalette de Boulogne-sur-Mer, a exposé à la classe 58 et à la classe 44 une superbe collection de formes, on y trouve celles des chaussures pour hommes, femmes, garçonnets, fillettes et enfants; d'autres sont destinées aux souliers Louis XV, Molière et aux pantoufles, enfin une série de formes d'ordonnance pour infanterie et cavalerie. Mais, quelle que soit leur grandeur ou leur destination, chacune de ces formes examinée séparément est fort bien faite et en bois de choix; une grande partie est ferrée en-dessous, soit sur les bords, soit complétement, il y a là un ensemble parfait qui ne peut qu'intéresser les gens du métier.

La maison Ratouis était également la seule en son genre à l'Exposition, sa spécialité est la fabrication des patrons-calibres sur lesquels on fait les emporte-pièces pour le découpage; c'est une industrie qui date de peu d'années et qui prend de l'extension à mesure que la fabrication augmente au détriment de la vente sur mesure. Les patrons sont sans cesse renouvelables à cause des exigences de la mode qui se fait sentir aussi bien dans la chaussure que dans les autres parties du vêtement. M. Ratouis expose ses patrons sous leurs diverses formes, les uns sont simplement tracés sur papier où l'on peut prendre des calques; des calibres sont aussi découpés soit en zinc, soit en carton, les uns sont destinés à des tiges de bottes et bottines pour hommes, les autres sont pour les bottines de dames et d'enfants; les séries sont complètes pour toutes les pointures et pour tous les genres, il n'y a pas moins de vingt-trois modèles différents répétés pour chaque pointure et destinés aux chaussures d'hommes. Huit modèles répétés également pour les pointures de 34 à 40 pour les chaussures de dames. Sept modèles pour fillettes et sept pour enfants. A l'aide de ces patrons bien compris et bien exécutés, une fabrique de chaussures peut se monter en peu de temps et arriver rapidement à une fabrication courante sans passer par la confection des patrons et calibres qui exige beaucoup de temps, des aptitudes spéciales et une expérience longuement acquise.

2° **Emporte-pièce et découpoirs.** — Plusieurs fabricants exposent des emporte-pièce, quelques-uns y ont joint les découpoirs que l'on trouve en plus grande quantité aux classes 55 et 61.

M. Simoulin a une belle collection d'emporte-pièce pour le découpage à la presse des tiges et doublures, ainsi que des semelles et talons; quelques-uns sont destinés au découpage à la main, pour les talons plus spécialement. L'un de ces outils permet du même coup de découper et de griffer une semelle; on gagne ainsi du temps et l'on est sûr d'avoir un bon travail, car le piquage est

très-précis. Nous remarquons aussi un emporte-pièce pour entre-deux très-économique, il évite toute perte de matière par sa disposition bien entendue.

M. Péron a exposé une belle collection d'emporte-pièce pour semelle, le travail est fini et bien soigné.

M. Monnier présente des emporte-pièce à repoussement pour chaussures fines et plusieurs autres très-soignés pour ganterie et éventails.

M. Godon avait une exposition plus complète, avec les emporte-pièce pour tiges, doublures, entre-deux, semelles et talons, nous trouvons les balanciers de divers modèles, une machine à fraiser et divers autres ustensiles.

M. Pinède avait certainement la collection la plus complète et la plus remarquable de l'Exposition en ce qui concerne le menu outillage, ou de préparation, nécessaire pour la fabrication de tous genres de chaussures. Ses emporte-pièce pour des genres très-différents de chaussures et destinés à découper des cuirs, des étoffes pour doublure, des cartons, etc., etc., sont très-soignés. Les matrices à emboutir les talons reçoivent les morceaux de cuir collés, pour être fortement pressés, il en est de même des estampes à cambrer les semelles, ces instruments sont en deux parties réunies par des charnières, la semelle mouillée est mise entre les deux parties métalliques fortement serrées sous une presse à vis.

Les griffes à pointer les semelles et à faire les moustaches constituent un matériel important qui convient à la grande industrie, il en faut une paire pour chaque pointure, chaque griffe est composée d'une solide et épaisse plaque métallique plus grande que la semelle, un certain nombre de tiges limitent la grandeur utile et maintiennent la semelle qu'on place à l'intérieur; à une petite distance du bord est un rang de pointes carrées, souvent on en met un deuxième rang parallèle au premier. Une contre-partie, dont les trous reçoivent les tiges de la précédente, s'ajuste dessus. L'usage de cet outil est facile, on le place sur la table d'une presse à vis, on met la semelle sur les pointes, entre les tiges, et on recouvre le tout de la contre-partie, donnant un fort coup de presse, les pointes entrent dans le cuir de la semelle qu'on retire pour en placer une autre; lorsqu'on emploie ces semelles, il suffit de mettre un clou dans chaque trou et de l'enfoncer fortement, on obtient ainsi un travail régulier et propre.

Une matrice est destinée à faire les talons en gutta, l'enveloppe en cuir est d'abord estampée ou emboutie à l'aide d'une forme en cuivre placée à l'intérieur, on la retire pour la remplacer par de la gutta-percha, emprisonnée ainsi dans l'enveloppe de cuir et fortement comprimée.

Une machine spéciale sert à coller les talons Louis XV aux semelles. Le talon est placé dans un moule ainsi que la semelle dont la partie antérieure est maintenue par une vis; puis une pièce, basculant à charnière sur les côtés du talon, vient s'appuyer sur la semelle, en serrant une vis sur une pièce arrondie, celle-ci vient presser fortement sur la semelle redressée qui s'applique sur la face du talon et l'y fixe solidement par un collage. M. Pinède fait également des cloueurs pour bons bouts, sortes de matrices évidées de l'épaisseur du cuir, puis des cloueurs pour talons, matrices à trous dans lesquelles se placent les pointes. Le talon se pose sur la matrice, un coup de balancier abaisse la matrice et le talon, mais non les pointes qui pénètrent dans le talon et le fixent. Des emporte-pièce servent à découper des plaques de tôle mince percées de plusieurs trous se rapprochant du centre pour la pose des talons Louis XV, par le procédé ci-dessus.

Cet exposant montre également les découpoirs et balanciers, de forces et de dimensions convenables pour fabrication de la chaussure; tous ses outils sont de bonnes proportions et d'une main-d'œuvre soignée.

Il y a une dixaine d'années on avait une tendance marquée pour se servir de grandes presses à découper pour les doublures, ces machines seront bientôt délaissées complètement pour être remplacées par les scies sans fin dont se servent déjà beaucoup de maisons de confection pour hommes.

3° **Cambreuses.** — Les machines ainsi nommées servent à mouler en quelque sorte la tige des bottes et bottines prises dans une peau plate, on ne donne assurément pas au cuir la forme du pied par cette opération, mais on l'étend de manière à faciliter beaucoup la mise sur forme. Trois appareils sont exposés, par MM. Breuil et Nardi, non à la classe 58, mais à la classe 53, par erreur sans doute, et par la maison Goodyear.

La machine de M. Nardi (fig. 14) est simple et nous paraît résoudre le problème d'un outil à bon marché, car elle ne comporte que les organes strictement nécessaires à son travail. Elle est composée de deux montants verticaux A et B, entre lesquels coulissent deux crémaillères qui font monter et descendre la lame de zinc ou de cuivre C. Deux pièces métalliques D sont attachées aux montants et laissent entre elles l'épaisseur formée par la plaque C et deux cuirs minces, entre les écrous de serrage on met une rondelle en caoutchouc. Pour se servir de cette machine, on place sur les pièces D un cuir de grandeur suffisante, puis tournant la manivelle E, un pignon de chaque côté abaisse les crémaillères et la plaque C qui appuie sur le milieu de la peau et l'introduit entre les deux pièces D, qui s'écartent l'une de l'autre, si c'est nécessaire, par le refoulement des rondelles de caoutchouc. Le cuir retiré est plié en deux et a la forme du dessus d'une chaussure. Par le même moyen, on cambre les tiges de bottes et de toutes sortes d'autres chaussures. Cette machine cambre en montant certaines pièces, et d'autres en descendant, c'est une affaire de forme à donner à la plaque mobile et aux pièces fixes. Elle est pratique, c'est ce qui justifie son succès.

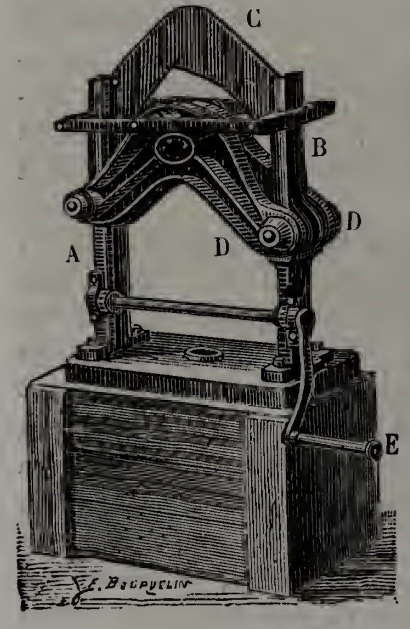


Fig. 14. — Cambreuse Nardi.

La machine de M. Breuil nous paraît un peu compliquée. Celle de la maison Goodyear est absolument différente des précédentes, elle est composée d'un socle sur lequel est maintenu un arbre à pignon portant une manivelle; une couronne dentée conduite par ce pignon, porte à son intérieur, en guise de rayons, trois plaques ayant la forme des tiges à cambrer, elle tourne entre deux bâtis plats assez éloignés pour laisser le passage libre à la plaque sur laquelle est une paire de tiges, les bâtis plats sont, de chaque côté, calés par des morceaux de caoutchouc et peuvent être chauffés légèrement.

4° **Apprêteuses.** — Les appareils à apprêter sont destinés à préparer le travail de la machine à coudre en faisant les remplis et plaçant les doublures et les élastiques des tiges cambrées ou claquées assez solidement pour qu'ils ne se dérangent pas jusqu'à ce qu'ils soient cousus. En 1867, une seule machine existait, elle faisait le collage à chaud avec un fer. Depuis cette époque, un grand nombre de modèles, ne différant entre eux que par de très-petits détails, ont été mis en usage; l'Exposition en a montré plusieurs, l'un construit par M. Souche est tout en fonte, il fait toutes les grandeurs par l'agencement de pièces de rechange. Cet appareil se compose de deux parties semblables qui se superposent lorsqu'on les applique en les rabattant autour d'une charnière, le collage se fait à froid par la pression d'un levier que l'on serre fortement.

L'un des meilleurs et des plus simples était exposé par M. Lavigne, sa construction est soignée et l'apprêt se fait facilement et à froid.

5° **Machines à monter**. — Ces machines n'ont pas fait de grands progrès depuis la dernière Exposition, et l'invention de M. Duméry, qui date de plus de vingt-cinq ans, n'a pas été, jusqu'ici, beaucoup simplifiée ni améliorée.

M. Lemercier a exposé une machine à monter bien polie, bien finie sur laquelle la chaussure est placée horizontalement, deux bras parallèles sont munis de roues à rochet qui correspondent à trois pinces de chaque côté, on peut ainsi prendre la tige à la cambrure et la tirer fortement, mais on est obligé de fixer le bout et le talon à la main. Une autre machine exposée par M. Cathelineau sert à monter les chaussures et les galoches, elle est assez simple et d'un usage facile, mais, quoi qu'employée déjà dans des fabriques, elle est, croyons-nous, susceptible de quelques améliorations et surtout d'une construction plus soignée.

6° **Fixation des semelles. — Machines à visser.** — La réunion de la tige des chaussures à la semelle est l'opération la plus importante de la fabrication et de laquelle dépendent la solidité de la chaussure et son étanchéité. Lorsque toute la chaussure se cousait à la main elle périssait toujours, non par la qualité inférieure de la matière première, mais par la couture. Pour qu'une couture à la main soit bonne, il est nécessaire que le fil soit bien poissé et que les points soient très-serrés, c'était un travail fatiguant que quelques ouvriers réussissaient bien, mais qu'un grand nombre faisait mal. Autrefois, la chaussure se cousait à l'intérieur, le cuir étant percé par une alène d'un trou par lequel on passait, de l'intérieur et de l'extérieur, l'extrémité du fil poissé que l'ouvrier tirait plus ou moins; plus tard, un autre moyen fut employé, on cousait à la première semelle une bande de cuir appelée trépointe, débordant à l'extérieur et on y fixait la semelle par une couture suivant le contour de la tige et laissant paraître les points en soie jaune formant une couronne d'un bon effet.

Le clouage des semelles a été pratiqué sur une grande échelle pour les chaussures de bas prix et est encore beaucoup employé. Le vissage venu en même temps a procuré, avec une forte économie dans la main-d'œuvre, une solidité qui ne dépendait plus de la force de l'ouvrier mais de ses soins. La couture des semelles avec des machines à fil poissé au point de chaînette s'emploie pour les chaussures de femmes surtout, elle ne peut se faire qu'à l'intérieur comme les précédents moyens, en réunissant l'empeigne à la semelle. L'impossibilité d'obtenir la piqûre à l'extérieur de la semelle est la cause que les chaussures fines et de luxe pour hommes sont encore faites toutes à la main.

Nous devons ajouter, cependant, que l'Exposition renfermait deux machines à coudre à un fil au point de chaînette disposées tout spécialement pour coudre en escarpins; l'une coud la trépointe et l'autre réunit la trépointe à la semelle par une piqûre fort belle et régulière en dessus, la chaînette étant logée dans une gravure sous la semelle. Nous croyons que pour que ces machines donnent de bons résultats, il est nécessaire que les diverses pièces à assembler subissent les préparations convenables pour que chaque partie soit très-régulière.

Les machines à coudre les semelles se sont multipliées depuis dix ans; en 1867 on en comptait seulement une ou deux, notamment celle construite par M. Goodwin qui figurait à l'Exposition et dont nous avons donné une description complète à cette époque. Les autres, cousant à l'intérieur, sont exposées par M. Lippert aîné, M. Goodyear et M. Keats. Celles qui cousent en escarpins appartiennent à M. Goodyear. Toutes ces machines sont décrites dans un chapitre spécial aux machines à coudre, où le lecteur voudra bien se reporter.

Les exposants de machines à visser les chaussures étaient à la classe 58, au nombre de dix environ ; les machines exposées sont de trois types dont deux déjà anciens. 1° Machine à tige de laiton verticale ; 2° machine à laiton continu horizontale ; 3° machine à laiton continu verticale.

Nous nous bornerons à décrire les perfectionnements réalisés dans ces trois types, aucune machine à visser avec vis faites à l'avance n'ayant été exposée.

La machine du type portant un fil de laiton vertical sur lequel le filet de vis se fait par un burin, en même temps que la vis se place dans la chaussure, a été combinée par M. Sellier en 1856 ; plus tard M. Lemercier en a pris la construction et l'exploitation sans y faire de changements sérieux autres que d'améliorer les détails, mais dernièrement il a appliqué à sa machine le mouvement par courroie, de sorte qu'aujourd'hui l'ouvrier n'a plus à tourner continuellement la manivelle pour faire descendre le laiton, il lui suffit d'embrayer et de débrayer le mouvement à chaque vis enfoncée et de couper les vis aussitôt qu'elles sont placées, en tirant un levier terminé par un couteau.

Fig. 15. — Machine à laiton continu verticale de M. Cazes.

La machine à visser dite à laiton continu est, après les machines à poser des vis faites à l'avance, celle qui a été combinée la première, elle était munie d'une bobine sur laquelle le fil de laiton était enroulé, une filière placée à une distance suffisante formait le filet de la vis qui était, en même temps, introduite dans la chaussure. Il suffisait de tourner une

manivelle qui, par l'intermédiaire de roues dentées, mettait en mouvement la bobine et son fil, la filière tirait elle-même le fil et la bobine tournait sur son axe. Ce type de machine à fil continu enroulé sur une bobine est dû à M. Pitiot et date de 1852. Nous avons retrouvé à l'Exposition la machine de M. Cabourg, à peu près comme nous l'avons vue en 1867, elle est, comme la précédente, à fil continu sur bobine et à filière, mais fonctionnant horizontalement.

La machine à laiton continu verticale est de construction récente et due à M. Cazes qui a trouvé de nombreux imitateurs, ce type présente une certaine originalité dans sa forme, le fil de laiton contenu dans une boîte ronde s'appuie, par son élasticité, sur le contour de la boîte et sort en glissant sur ses parois, on peut en approvisionner autant que la boîte peut en contenir en laissant bien entendu un vide au centre; la forme est élégante, les organes bien proportionnés et bien disposés pour la manœuvre, sans fatiguer beaucoup l'ouvrier visseur; la vis se fait par le passage du laiton dans une filière et la pression, ainsi que la coupe, a lieu par des pédales mues au pied.

La figure 15 représente cette machine et en fait voir la partie la plus importante; la boîte à laiton C est terminée en haut par une pointe et en bas par un tourillon sur lequel est claveté un pignon actionné par une roue à bras sphérique que conduit la manivelle A. La filière E se place dans le nez arrondi en dessous sur lequel s'appuie la semelle de la chaussure pendant le vissage. Deux cylindres en caoutchouc sont placés dans deux trous du nez et empêchent, par leur élasticité, la casse du laiton qui pourrait avoir lieu par les mouvements brusques de la manivelle. La chaussure B est placée sur une bigorne mobile que l'on fait monter et descendre par le jeu d'une pédale M; en appuyant sur le talon on presse la chaussure pendant le vissage, et en appuyant sur la pointe on fait fonctionner les couteaux; on peut aussi bien employer deux pédales distinctes qui permettent de couper les vis plus près de la semelle. Cette machine fort simple est d'un bon usage et répandue en grand nombre (plus de quatre mille) dans la petite fabrication et en province chez un grand nombre de cordonniers auxquels elle rend de grands services.

7° **Machines à fraiser les talons.** — Deux machines spéciales exposées par MM. Dailloux et Pinède sont destinées à fraiser les talons avant leur pose; ces machines ont une partie semblable à celle qui reçoit le cuir préparé pour talon, et le guide spécial affectant la forme que doit avoir la pièce à tailler; l'autre partie est le porte-outil, complètement différent comme forme et fonctionnement dans les deux machines.

Machine de M. Daillou, (fig. 16.) — Elle a l'aspect d'un tour; sur un bâti A on remarquera en avant deux poupées B et C portant chacune un arbre DE muni d'engrenages; entre les poupées, l'un des arbres prolongé est garni d'une forme F semblable au talon qu'on veut faire, le prolongement de l'autre arbre dépasse un peu le palier; dans le vide G se placent les cuirs assemblés qu'il s'agit de tailler de la forme du talon calibre; un peu en arrière est un second arbre parallèle avec engrenages, et, au-dessus, un chariot H recevant le mouvement et le transmettant en même temps qu'au reste de la machine à une fraise circulaire qui tourne rapidement. Ce chariot est articulé sur pointe et porte en avant un levier K servant à l'abaisser et à le relever; en l'abaissant, une tige L porte sur le talon calibre et en suit le profil en se déplaçant horizontalement; en même temps la fraise taille le talon de la même forme. On le relève pendant qu'on place un autre talon.

Machine à fraiser de M. Pinède, (fig. 17). — Cette machine a l'aspect d'un tour à métaux; elle est mise en mouvement soit par le volant à manivelle A, soit

par des poulies montées sur l'arbre B en dehors du volant; parallèlement et en arrière est un second arbre parallèle en deux parties D qui reçoivent leur mouvement par des pignons E F; entre les deux supports du milieu G et H, l'arbre de droite C est muni d'un talon modèle en fonte ou autre matière à côté duquel on place le talon en cuir préparé auquel on veut donner la forme du modèle. Pour cela, en arrière encore, se trouve un chariot L qu'on éloigne ou qu'on approche à l'aide d'une vis, il se meut parallèlement aux arbres par une trans-

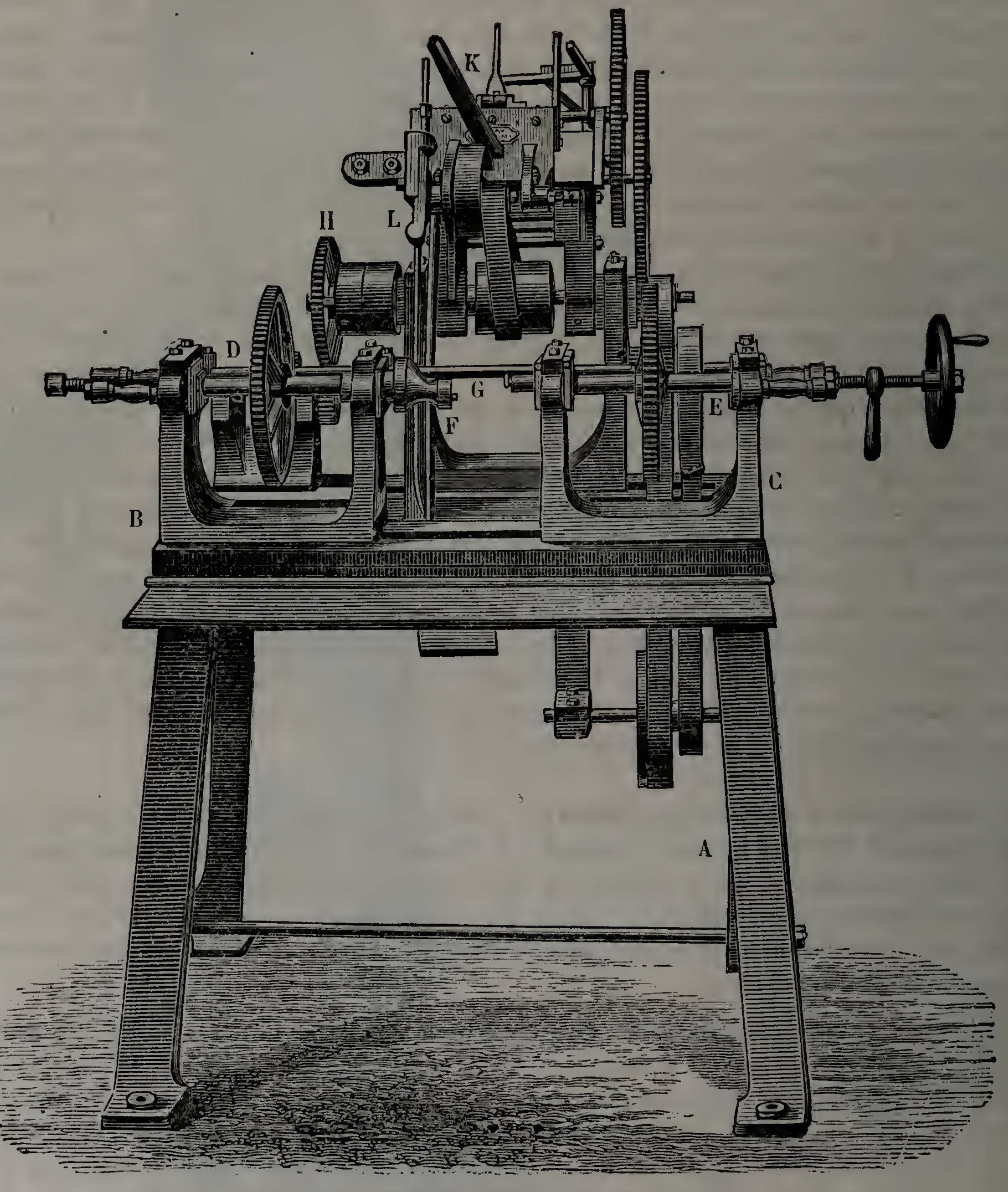


Fig. 16. — Machine à fraiser de M. Dalloux.

mission spéciale dont l'arbre et les cônes M se voient sous le bâti; enfin, un porte-outil mobile N suit toutes les inflexions du modèle par un guide *n* qui porte dessus; il en résulte que la gouge *o* fixée solidement dans le porte-outil suit toutes ses inflexions et taille le talon selon la forme exacte du modèle. Un ressort P fait porter constamment le guide sur le talon modèle. Nous ferons remarquer que l'outil coupant n'est ici l'objet d'aucun mouvement et que, malgré cela, sa forme en V lui permet de couper le cuir sans arrachements ni bavures.

Objets et outils divers pour terminer. — M. Saurel fabrique des ressorts pour remplacer le cuir de la cambrure, depuis longtemps déjà ce système est employé en Amérique, il a pour but d'éviter la déformation de la chaussure qui se produit par l'aplatissement de la cambrure. M. Goodyear fabrique également cet article. M. Saurel fait aussi des ressorts pour maintenir la chaussure à élastiques ouverte pendant la fabrication.

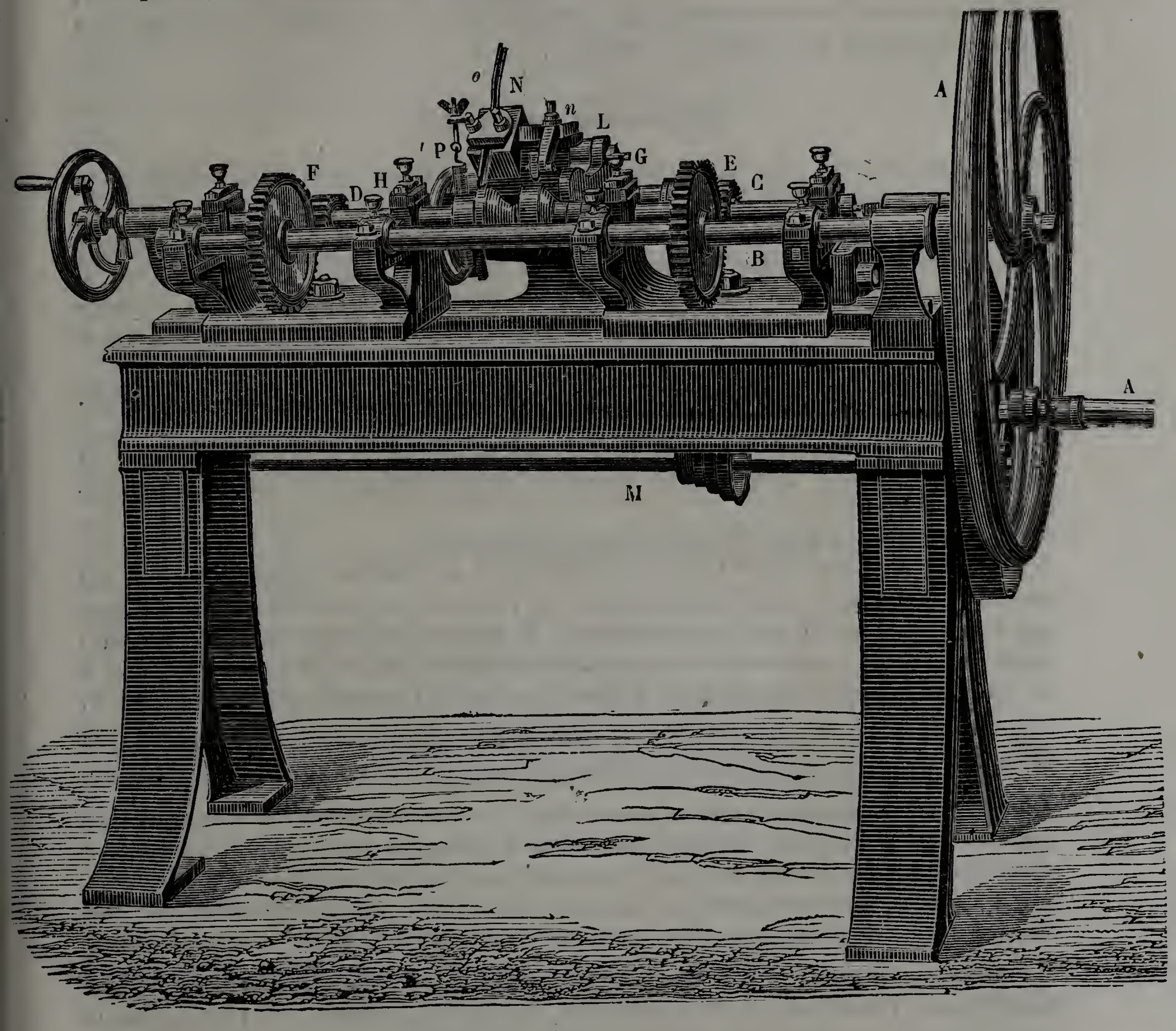


Fig. 17. — Machine à fraiser de M. Pinède.

M. Ségaut expose une très-belle et très-complète collection d'outils à main, tels que : pinces, marteaux, limes, râpes, fraises, etc., etc., de bonne fabrication; nous remarquons, en outre, une pince double dont les deux parties se rapprochent à volonté en tournant une vis ; son usage est pour le montage des chaussures à la main.

MM. Mallet et Fromageau exposent une belle collection de fers à lisser à la main et M. Jacquet des tranchets. L'emploi des talons métalliques dont l'usage était très-restreint jusqu'à présent tend à se propager, et plusieurs fabricants en ont exposé avec leurs produits.

M. Cabourg emploie un talon creux en fonte malléable qui peut être posé par la machine à visser.

M. Jendron-Ferry, qui fait si parfaitement et avec tant de goût les chaussures fantaisie pour dames, emploie également un talon métallique comme ornementation; il est découpé, gravé même ou ciselé, et doré ou nikelé, et s'applique sur le tissu, soie ou velours, dont le talon est déjà recouvert; cette enveloppe métallique ajoute encore à la richesse de la chaussure et la complète fort bien.

M. Champonnier emploie aussi le métal dans la fabrication des chaussures, mais, au lieu du pourtour du talon, il fait en métal le dessous et la cambrure d'une seule pièce qui se fixe à la semelle.

Exposition américaine.

Le matériel exposé par la maison Goodyear, dont une partie se trouve à la section française et une portion bien plus importante à la section américaine, met en relief le besoin de faire des chaussures avec des ouvriers n'appartenant pas exclusivement à cette profession, sauf toutefois pour le montage, car il manque à cette nombreuse collection de machines celles à monter et à cambrer, c'est peut-être le seul vide que nous ayons trouvé dans cette exposition si complète.

Les appareils que nous avons vu fonctionner peuvent être, selon leur usage, classés en trois séries bien distinctes se rapportant :

1° A la préparation des matières; 2° au montage des chaussures et à la fixation par divers moyens des semelles et des talons; 3° au finissage des chaussures.

Les machines et outils de la première série sont :

1° *Machine à cylindrer* les cuirs, destinée à en égaliser l'épaisseur; elle est formée d'une table et de deux rouleaux en relation par une série d'engrenages que l'on fait mouvoir par une manivelle ; le cylindre inférieur est tenu dans des coussinets, celui du dessus a ses coussinets mobiles dans une fente du bâti, à ses deux extrémités appuient des leviers dont on fait varier à volonté la pression.

2° *Machine à refendre le cuir.* — Cette petite machine est plus spécialement employée pour mettre le cuir de même épaisseur et fonctionne à bras ou à vapeur.

3° *Presse à découper et emporte-pièce.* — Les machines à découper les semelles, les dessus, etc., ne sont autres que les simples découpoirs à vis dont on s'est servi jusqu'ici : c'est une sorte de presse dont la partie verticale fonctionne, non par choc, mais par pression, la course est courte et le découpage se fait très-bien à l'aide d'emporte-pièce ordinaires et sans nécessiter un grand effort.

4° *Machine à découper les sous-bouts.* — Petit appareil dont l'arbre porte un excentrique, l'extrémité de la tringle fait mouvoir un plateau qui presse sur la bande de cuir reposant sur l'emporte-pièce, les morceaux découpés tombent à terre ou dans une corbeille.

5° *Machine à égaliser les bords des semelles.* — Cet outil, qui rappelle la forme du laminoir, sert à mettre à une épaisseur uniforme toute pièce de cuir dont le bord est d'épaisseur variable.

6° *Machine à égaliser le cuir.* — Cette petite machine fait pour la surface du cuir ce que la précédente fait pour les bords; on peut amincir tout ou partie de sa surface en faisant passer le cuir entre un rouleau de pression et la lame dont on règle la distance selon l'épaisseur qu'on veut avoir.

7° *Machine à parer les contre-forts.* — Cette opération que le cordonnier fait ordinairement à la main est très-bien réussie par cette machine, quelle que soit l'épaisseur de 1 à 4 millimètres et la forme du morceau de cuir auquel il

s'agit de faire un très-large et fort biseau; en y plaçant un second couteau, on peut couper de largeur et même fendre en deux par la même opération.

8° *Machine à tourner les couche-points.* — Cet appareil sert à tourner et plisser les couche-points qu'on place dans le talon, et remplace, en économisant la matière, ceux découpés à l'emporte-pièce.

9° *Machines à brocher les semelles.* — Cette machine est faite pour couper les semelles et peut servir pour une fabrication de chaussures fantaisie où les formes sont presque toutes spéciales et ne sont pas répétées un grand nombre de fois, auquel cas la presse à découper doit être employée comme plus économique.

Le complément du matériel destiné à la préparation des chaussures a trait aux tiges et se compose d'une machine à refendre les tiges et guêtres, composée d'un rouleau et d'un large couteau dont la distance est réglée selon l'épaisseur uniforme qu'on veut donner à la tige, le surplus contenant les irrégularités étant enlevé. La presse à couper les doublures fonctionne comme celle à découper les semelles, sans vis, mais par excentrique; son plateau de grande dimension peut couper sur $1^{m},07$ de longueur, il est mobile sur deux rails placés de chaque côté de manière à présenter les emporte-pièce sous la traverse supérieure donnant la pression. Cette machine nous semble bien combinée pour son usage; elle est l'une des plus importantes de celles que l'on emploie dans la fabrication des chaussures. La machine à replier les bords des tiges du chevreau, celle à poser les œillets, la machine à coudre, celle à couper les baguettes, trépointes et chapelets, enfin la machine à rabattre les coutures complètent la série des instruments servant à la préparation des matières dont la réunion formera la chaussure.

Machine à cambrer les tiges, de M. S. W. Jamison. — Cet appareil ne fait point partie du matériel de la maison Goodyear, mais pourrait bien le compléter en tant qu'il s'agit d'outils utiles à la grande fabrication. Ce que la machine de M. S. W. Jamison de Boston (États-Unis d'Amérique) a de particulier, c'est qu'elle fonctionne par transmission; elle est formée de deux bâtis ou montants évidés au milieu pour le passage d'une vis terminée en bas par un pignon conique qui reçoit son mouvement d'une roue conique placée sur un arbre horizontal de commande. Deux serres sont fixées au haut de la machine et une forme au bas attachée à ses deux extrémités aux écrous des vis verticales; si l'on place le cuir sur cette forme et que l'on mette la machine en marche, la forme s'élèvera et passera entre les serres de manière à donner au cuir la cambrure voulue; cette machine, destinée aux souliers, est munie d'un système de débrayage automatique, et deux autres modèles plus forts et à deux paires de serres cambrent les tiges de bottes, bottines et grosses bottes.

La deuxième série des machines Goodyear est relative au montage et à l'assemblage par divers procédés du dessus à la semelle et à la pose des talons. Ainsi que nous l'avons dit, nous ne trouvons aucune machine à monter la chaussure, c'est-à-dire à appliquer la tige sur la forme et à y fixer la première semelle d'une manière convenable, le montage proprement dit doit donc être fait à la main par des ouvriers spéciaux. Mais il y a des machines qui viennent aider l'ouvrier, c'est-à-dire qui facilitent le clouage et le font très-rapidement, ce sont : la machine à fixer la semelle, système Mac-Kay, destinée à placer soit dans la gravure, soit à d'autres endroits nécessaires quelques semences pour maintenir la semelle sur la première de manière à ce qu'elle ne se dérange pas pendant qu'elle est clouée, vissée ou cousue; toutes les opérations de cette machine, action du marteau, alimentation et coupe des semences se font automatiquement.

La machine magnétique à monter et à semencer est composée d'un fût ou bâti vertical de un mètre cinquante centimètres environ; elle porte à la hauteur d'un homme un étau sur lequel sont fixées la forme et la chaussure; au-dessus est l'agencement relatif au clouage et au bas une pédale pour le fonctionnement.

La chaussure est préalablement placée sur une forme, la première d'abord et la tige dessus repliée aux deux extrémités et fixée par des semences; l'étau est alors placé sur la machine, il peut pivoter en tous sens de sorte que, lorsque l'ouvrier monteur a tiré avec la pince le cuir de la tige, il n'a qu'à présenter cette partie sous le marteau aimanté et presser la pédale avec le pied pour fixer avec une grande rapidité les diverses parties à l'aide des semences.

Pour fixer les semelles à la première et à la tige, plusieurs moyens sont employés, ils consistent dans le clouage, le vissage et la couture soit à l'intérieur soit en escarpins. Nous remarquerons qu'aucun de ces moyens ne s'applique aux talons.

Machine à visser de la maison Goodyear. — Cette machine ne fait point la vis, elle la fixe et la coupe seulement; mais tous ses mouvements sont automatiques, une pédale règle la pression. L'ensemble de la machine est vertical; elle possède à l'avant une bigorne, et au sommet, attenant au bâti, une série d'organes compliqués; une bobine est placée au-dessus, et de telle manière que le fil vienne de cette bobine à la bigorne à peu près verticalement. La bobine est chargée d'un fil de laiton continu qui a été garni à l'avance d'un filet de vis; on l'amène à la bigorne en traversant un nez arrondi à l'extérieur pour faciliter la pose des vis dans les cambrures; dans l'épaisseur de ce nez est une paire de couteaux articulés faisant la coupe de la vis pendant la pression, ce qui permet d'avoir une coupe à fleur de la semelle.

La machine est conduite par une transmission de mouvement quelconque; la chaussure est introduite sur une bigorne ordinaire qui tourne à volonté. Mettant la machine en marche, la tête appuie de tout son poids et donne la pression qu'on peut encore augmenter par la pédale. Lorsque la vis est enfoncée et coupée, toute la tête se soulève automatiquement; l'ouvrier tire alors la chaussure pour présenter la place où doit être mise une deuxième vis à la distance indiquée par un guide, puis elle retombe, s'appuyant fortement pour enfoncer une autre portion du laiton fileté et le couper ensuite pour continuer jusqu'à ce que la chaussure soit complètement vissée. Comme dans toute chaussure vissée l'extrémité du laiton qui sort à l'intérieur est aplatie de manière à ne point blesser le pied; cette machine permet de varier la distance des vis comme dans tous les systèmes à la main et peut aussi bien s'appliquer à la mise en place de vis en laiton ou en fil de fer. On remarquera qu'elle ne peut à elle seule faire la vis et la placer, il faut donc un autre appareil pour faire les filets sur le laiton continu.

Les machines à coudre les semelles de la maison Goodyear étant également exposées à la section française, nous les avons décrites dans le chapitre spécial aux machines à coudre au fil poissé. Aucune des machines à fixer les semelles n'étant destinée à fixer les talons, ceux-ci, pour leur fabrication et leur pose, nécessitent un outillage spécial dont nous allons parler.

Machine à préparer les talons. — Les sous-bouts sont réunis et ensuite pressés par la machine qui pratique les trous pour les clous, les place et les enfonce jusqu'à la surface en laissant ce qu'il faut pour l'intérieur de la chaussure; ces talons ne sont l'objet d'aucun finissage, ils sont placés bruts, tels qu'ils résultent de l'assemblage des sous-bouts; la machine, d'ailleurs assez compliquée qui fait cette préparation, a l'aspect et la plupart des mouvements d'une presse à excentrique; les sous-bouts réunis sont mis dans une cavité plus étroite dans le fond où se fait la pression. La pose et le dressage des talons ont lieu avec une

seconde machine formée d'un bâti vertical; sur une saillie intérieure est un mécanisme dont la pièce principale est une tige terminée par une forme en fonte sur laquelle on place la chaussure; prenant le talon perforé et rempli de clous par l'opération précédente, on le place sur une plaque mince de métal ayant des trous correspondant à la place des clous; puis, faisant glisser la tige dans un guide, elle conduit la chaussure à la place exacte où doit se fixer le talon qui lui-même est tenu dans un autre guide à côtés mobiles au fond duquel on le fait porter. La machine, mise en marche par une pédale, presse fortement la chaussure sur le talon et force les clous à entrer et à se river sur la forme, fixant le talon sur la semelle de la manière la plus solide. Si l'on appuie sur une autre pédale, un couteau tourne rapidement, enlève autour du talon le cuir en excès, et le rend assez symétrique et régulier pour qu'il ne reste qu'à le déformer.

Il nous reste à parler d'une dernière série de machines destinées à terminer les chaussures; le travail qu'elles font nécessite moins d'efforts que de précision puisqu'elles sont destinées à donner le dernier coup, le cachet.

D'abord la machine à rabattre les gravures, qui n'est pas sans intérêt quand on fait les entailles profondes nécessitées pour loger l'enlacement des fils de la couture. Elle est formée de deux parties, l'une sur laquelle on fixe la forme de la chaussure, la semelle étant placée horizontalement, l'autre organe principal est un rouleau mobile sur pointes à l'extrémité d'un châssis articulé. Par un système de levier, on appuie plus ou moins le rouleau sur la semelle pendant que celle-ci a un lent mouvement de va et vient dirigé par l'opérateur, qui, par un levier à sa portée, peut l'incliner à droite ou à gauche à son gré.

Viennent ensuite les machines à redresser et à déformer les lisses : la première consiste en un plateau monté sur un bâti en fonte; sur ce plateau fixe est un plateau mobile mû à l'aide d'une crémaillère entraînée par un pignon qu'un système d'embrayage fait changer de direction; enfin une forme à expansion porte la chaussure, elle est fixée sur un étau se mouvant dans toutes directions afin de se plier à toutes les pointures et aux formes variées des chaussures. Un outil muni d'un guide glissant sur l'empeigne redresse la lisse parallèlement en même temps qu'on enlève une très-légère partie du dessus de la trépointe pour donner une meilleure apparence de fini; la lisse est ainsi bien nette et à angle vif, il reste à la déformer. La machine destinée à cet usage est douée des mêmes organes que précédemment, seulement l'outil est remplacé par un fer à lisser chauffé au gaz et auquel est donné un mouvement très-court et rapide comme un espèce de tremblement. Cette machine fonctionne seule absolument sans avoir besoin d'être aucunement surveillée; l'ouvrier n'a qu'à placer et retirer la chaussure qui reste plus ou moins longtemps.

Nous avons encore à dire quelques mots sur les machines servant à redresser les devants de talons, à fraiser et à déformer les talons.

La machine à redresser les devants de talons est composée d'une gouge montée verticalement sur un châssis à coulisse. La chaussure est placée sur un chariot au-dessous, la semelle en-dessus et le talon en face la gouge; on la place convenablement en faisant mouvoir le chariot, et la coupe se produit en appuyant le pied sur une pédale

La machine à fraiser les talons nous semble avantageuse en ce sens que sa conduite est facile et qu'elle peut avoir lieu par un ouvrier ordinaire sans aucun danger. Une fraise de la forme que doit avoir le talon tourne horizontalement à une grande vitesse; la chaussure est montée sur un châssis mobile, à la main, à l'aide duquel on présente à la fraise toutes les parties du talon en suivant deux guides qui donnent un travail régulier et bien exécuté; l'un de ces guides glisse autour de l'emboitage et préserve la tige, l'autre porte sur le modèle exact du bon bout.

Enfin, la dernière machine, qui n'est pas la moins intéressante de la collection, est celle qui déforme les talons : elle est formée d'un bâti vertical cylindrique sur lequel un arbre horizontal fait trois quarts de tour pour revenir en sens inverse; à l'extrémité de cet arbre est un fer à polir en porte à faux chauffé au gaz et sur lequel appuie un ressort. La chaussure est placée en face, la pointe en bas, et tenue solidement dans une sorte d'étau mobile par une pédale sur laquelle on appuie pour faire porter le talon, noirci préalablement, sous le fer chaud; quelques minutes de la marche de cette machine suffisent pour obtenir un brillant parfait.

III. — MACHINES A COUDRE DES ATELIERS. ET MACHINES SPÉCIALES.

L'examen que nous allons faire portera principalement sur les perfectionnements apportés aux anciens types, sans nous astreindre à décrire les centaines de modèles de chaque sorte ne variant que par des détails souvent insignifiants, et sur les machines nouvelles, c'est-à-dire sur celles qui ont été, depuis la dernière Exposition, l'objet d'une appropriation spéciale, en groupant toutes celles qui sont destinées au même travail ; il en résulte que notre chapitre des machines à coudre sera divisé en dix paragraphes qui prennent les titres suivants :

I. Progrès réalisés depuis l'Exposition de 1867. — II. Historique. Point de navette. — III. Perfectionnements apportés aux machines types pour la lingerie, la confection, les ouvrages des tailleurs et des cordonniers. — IV. Machines à coudre au point de navette dans lesquelles la navette mobile est remplacée par une bobine fixe. — V. Machines à entraînement spécial pour gros travaux. — VI. Machine à broder. — VII. Machines à coudre les tresses de paille pour chapeaux. — VIII. Machine à coudre les gants. — IX. Machines à coudre au fil poissé. — X. Petits moteurs pour machines à coudre.

I. Progrès réalisés depuis l'Exposition de 1867. — Pendant ces dix dernières années, les machines à coudre pour la lingerie, le vêtement et la chaussure n'ont pas été l'objet de changements notables dans leur ensemble ; mais les constructeurs en ont amélioré la fabrication et perfectionné quelques organes en vue d'obtenir une très-grande régularité dans la couture et une tension des fils plus efficace. Nous devons constater qu'en général, la fabrication courante des machines à coudre est aujourd'hui bien supérieure à ce qu'elle était il y a dix ans. Mais le but des fabricants a été, ainsi qu'il était facile de le prévoir, d'approprier la machine à coudre à un plus grand nombre de travaux spéciaux par des modifications bien entendues, bien combinées apportées aux machines types connues et perfectionnées faisant dans de bonnes conditions la lingerie, le vêtement, le chapeau, la chaussure et même la broderie.

La couture de la paille pour la fabrication des chapeaux a été l'objet des recherches de quelques constructeurs, qui se sont appliqués à disposer des machines spécialement pour cet usage, le point de chaînette a été surtout employé. Notons cependant un point nouveau fait avec un seul fil, pour la couture spéciale des pailles de chapeaux, exécuté sur une machine d'une construction fort différente de celles connues et due à M. D. Legat, ingénieur.

L'Exposition révèle aussi les efforts faits par divers fabricants pour la couture des gants, quelques-unes de ces machines nous semblent en état de ren-

dre d'excellents services et s'appliquent même à la couture des peaux les plus souples et des plus belles qualités ; elles sont généralement à deux fils et forment le point de chaînette double. Les machines à broder du système Bonnaz, qui ont eu un succès sans précédent, ont reçu également quelques perfectionnements en ce sens qu'elles font certains travaux spéciaux dans de bien meilleures conditions de solidité,* notamment dans le feston des bords de rideaux. Un nouveau genre de brodeuse, se déplaçant pour suivre le dessin sur un canevas ou tissu fixé à un châssis ou métier immobile, peut rendre des services dans les cas exceptionnels où la machine Bonnaz ne suffirait pas et lorsque le point de navette est nécessaire.

La couture des semelles de chaussures au fil poissé (point de chaînette) est maintenant exécutée, dans de bonnes conditions, concurremment par plusieurs machines de même système avec emploi du crochet faisant une simple chaînette. La couture des chaussures au point de navette est également réalisée, un fil fortement poissé peut être employé d'un côté, celui extérieur, tandis qu'à l'intérieur de la semelle est un autre fil également poissé ou non. Dans ces conditions, la couture se fait bien et le serrage du point semble suffisant.

Dans les machines ordinaires, à coudre au point de navette, les efforts tendent à la suppression des navettes et à leur remplacement par une bobine placée dans une boite immobile, mais la grande quantité de fil que l'aiguille abandonne pour l'énorme boucle dans laquelle passe la bobine est une des difficultés les plus sérieuses à vaincre pour arriver à un bon résultat. D'autres perfectionnements ont été également réalisés ; avec un système d'entraînement spécial et deux aiguilles à distance variable, on fait la couture des bâches, tentes et voiles de navires des plus grandes dimensions, d'une façon irréprochable, et on entraîne facilement une charge qui va au-delà 1,200 kilogr. ; il y a là un résultat acquis sérieux et incontestable.

Les machines à coudre les gants, venues d'Allemagne il y a une dixaine d'années, ont été bien améliorées ; on en construit au point de chaînette à un et deux fils, et aussi au point de navette faisant également la couture à plat et le surjet ; les systèmes sont variés et donnent des résultats plus ou moins satisfaisants selon les peaux à coudre. Nous devons ajouter que l'Exposition aura fait faire un grand pas à la couture des gants par la machine à coudre, car avec un peu d'attention, il aura été facile aux intéressés de constater le travail qui convient à chaque machine et les services qu'elles peuvent rendre. Les petits moteurs essayés pour mettre en mouvement les machines à coudre ont produit jusqu'à présent peu de résultats.

II. **Historique.** — *Point de navette.* Nous ne voulons pas faire une étude historique complète sur les machines à coudre, cependant comme nous avons entre les mains des documents fort intéressants pouvant, sur divers points, nous permettre de rétablir la vérité fortement altérée par bon nombre de négociants en machines à coudre, nous ne commencerons pas ce travail sans le faire précéder des dates précises et indiscutables relatives à l'invention et à l'application mécanique des divers points de couture employés en broderie et pour la confection du vêtement.

1° Point de chaînette à un fil. Inventeur, B. Thimonier. Brevet français du 17 avril 1830; 2° Point de chaînette à deux fils. John Fisher et Gibbons. Patente anglaise du 7 décembre 1844; 3° Point de navette. John Fisher et James Gibbons. Patente anglaise du 7 décembre 1844.

Nous pensons qu'aujourd'hui il n'y a nulle contestation à avoir sur l'invention de la machine à coudre, nous devons dire sur l'*Invention de la couture mécanique* faite avec un fil continu et *exécutée* en 1831, rue de Sèvres, dans un ate-

lier de 80 *machines* pour la confection des vêtements militaires. Nul pays de l'Europe et de l'Amérique ne saurait revendiquer cet honneur qui est dû à la *France* par la date du brevet *Thimonier*, 1830.

Le point de chaînette à deux fils fut trouvé plus tard, on en attribue généralement l'invention à deux Américains, MM. Grower et Baker qui, en 1851, ont fabriqué la machine qui fait ce point et porte leur nom. Mais c'est là une erreur qu'il est bon de rectifier : le point de chaînette à deux fils avait été fait précédemment, en 1844, par MM. Fisher et Gibbons et à l'aide d'une machine portant deux aiguilles, l'une verticale et l'autre horizontale. Cette machine n'était autre qu'un métier Jacquard, auquel les inventeurs, fabricants de tulles et de broderies, avaient ajouté les mouvements nécessaires, de même que l'entraînement du tissu à chaque point.Le métier Jacquard, par ses dimensions, permettait de placer une série d'aiguilles qui, fonctionnant toutes ensemble, pouvaient produire sur des pièces d'étoffes des coutures formant broderie. La machine a fonctionné et nous avons entre les mains des parties de tissus qui ont été cousus par elle et sont très-convenablement travaillés.

Le point de navette, formé par l'enlacement de deux fils dans l'épaisseur du tissu, et obtenu par la combinaison du mouvement d'une navette portant un fil et d'une aiguille percée d'un trou près de sa pointe pour le passage du deuxième fil, est également dû à MM. John Fisher et James Gibbons. (Brevet du 7 décembre 1844.) C'est donc à tort qu'Elias Howe, Américain, a été donné comme le premier inventeur du point de navette. Nous savons bien que ses compatriotes l'ont reconnu comme l'inventeur de la machine à point de navette, mais si la loi américaine a pu reconnaître pour les États-Unis des droits à Elias Howe sur ceux qui sont venus après lui et même avant, il n'en est pas moins absolument vrai que dans son brevet anglais du 1er décembre 1846, il a décrit la formation de son point obtenu par le croisement de deux fils, l'un renfermé dans une navette passant dans la boucle du fil de l'aiguille, celle-ci étant percée d'un trou près de sa pointe.

Revendication qui n'est autre que celle du brevet antérieur de Fisher et Gibbons. D'ailleurs, pour rendre plus complète l'évidence de ce fait de l'antériorité du point de navette breveté au profit de Fisher et Gibbons en 1844, deux années avant le brevet de Howe de 1846, nous reproduisons fig. 18, 19 et 20 les dessins montrant les éléments, navette et aiguille, du brevet Fisher avec la description qui y a rapport.

« Dans cette machine, une navette P est employée pour porter les fils de « soie ou cordon, elle coud par le moyen du fil de l'aiguille A, la navette passe « de part en part la courbure de l'aiguille et aussi entre le fil de l'aiguille A et « l'aiguille elle-même, chaque fois que l'aiguille traverse le tissu. »

Nous ne décrirons pas ici la machine complétement, mais seulement les éléments importants relatifs à la couture, laissant de côté les arbres, cames, leviers de mouvements, etc., etc.

« I I sont deux arbres mûs par le moyen de leviers et de cames, les barres « I' I' ont une rainure ou fente à leur extrémité pour recevoir les axes des « tringles J qui reposent sur les plates-formes K sur lesquelles elles glissent lors « du mouvement des bras I'. Aux extrémités de la traverse J sont les crochets « auxquels est fixé le doigt M qui se meut sur le guide N. Comme les arbres I « tournent en même temps, l'un des crochets se trouvera en haut pendant que « l'autre est en bas des plans inclinés 00.

« Le dessin montre la navette au moment où elle vient de passer de gauche « à droite de la machine, l'aiguille A descend maintenant entraînant dans l'étoffe le fil laisssé par la navette, puis remonte de nouveau, quand, par le

Fig. 18. — Machiue à coudre avec aiguille et navette de Fisher et Gibbons.

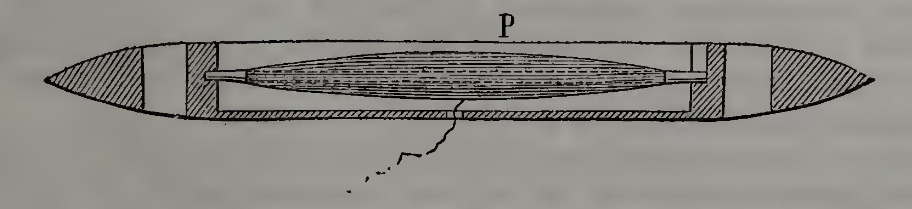


Fig. 19. — Navette Fisher et Gibbons.

« mouvement du bras I' vers la gauche de la machine, la navette est entraînée « de droite à gauche par les crochets de droite jusqu'à ce que les doigts, à « chaque extrémité, s'élèvent en haut du plan incliné ; et les doigts du crochet « de gauche descendent quand la navette est prise par le crochet sur la gauche « et est portée à droite, l'aiguille A descend et le fil de la navette est fixé par « le fil de cette aiguille A qui ensuite remonte à travers le tissu à une autr

« place, la navette passe derrière entre l'aiguille A et son fil et ainsi de suite.
« Q est une barre fixée aux deux extrémités de la machine, une autre barre » Q' peut se soulever pour laisser voir dessous ; ces barres portent des plaques » R pour chaque navette, puis des fils ou tringles S S qui supportent les » navettes dans leur mouvement d'un crochet à l'autre. Le fil de l'aiguille A » doit être lâche, les ornements dépendent de la nature du cordon, fil ou » soie employés dans la navette qui coudra par le déplacement du tissu chaque » fois que l'aiguille A descendra, mais quand on fixera une deuxième étoffe » par les fils de l'aiguille et de la navette, le fil de la navette ne fera pas » d'ornement, mais de la couture. On remarquera que le mouvement de dépla- » cement nécessaire à chaque point peut être communiqué à l'appareil portant » la navette et l'aiguille, mais nous préférons donner ce mouvement au tissu » de la manière suivante :

» *Entraînement*, fig. 20.—La dentelle ou autre tissu est placé sur deux rouleaux » *d d* disposés de manière que l'ouvrage tourne sur l'un et sur l'autre, en sorte » que la même surface se trouve être ornée et brodée. Les supports *d'd'* des rou- » leaux *d* glissent sur des barres *e* une à chaque bout de la machine, ils sont » guidés et retenus par les rainures en queue d'aronde glissant sur celles des » barres *e e*, de sorte que le mouvement du tissu, sous la partie qui brode, a sa » direction toujours vers la tête de la machine. Du côté gauche des rouleaux » est une barre *f* pressant les axes des rouleaux tout en leur permettant de » tourner facilement. Les rouleaux *d* peuvent aussi se mouvoir du côté droit » de la machine, le mouvement du rouleau par le côté gauche est causé par la » vis *g* à l'extrémité de laquelle est fixée la barre *g'* guidée à ses extrémités » par les traverses g^2 portées par les tasseaux *a*. La vis *g* passe facilement dans » l'ouverture du support g^3 fixé à la charpente ; au bout de la vis est un écrou *h* » muni de deux roues d'engrenages *h'* dont les dents sont dans des directions » opposées, de temps en temps, selon le dessin à exécuter, on fait mouvoir » dans un sens ou dans l'autre les rouleaux *d* et par conséquent le tissu. » L'écrou *h* tourne facilement dans le support g^4.

» Les rouleaux *d d* qui portent le tissu peuvent être changés de posi- » tion, lorsque le besoin en est, par le moyen de la vis *i* fixée derrière le » support *i'* ; sur cette vis est placée une roue d'angle i^2 dont le moyeu forme » écrou ; quand la roue i^2 est tournée dans l'un ou l'autre sens, la vis et le » support auquel elle est fixée ont un mouvement de va et vient, le même » arrangement existe à chaque extrémité des rouleaux. La barre *f'*, à son extré- » mité, porte un cliquet qui entre dans les dents d'un rochet fixé sur l'axe du » cylindre *d* du devant, le cylindre de derrière a un frein qui le retient dans » toute position. La manière d'entraîner le tissu du rouleau de derrière sur » celui de devant a lieu ainsi : les rouleaux *d d* porteurs du tissu doivent se » mouvoir après que chaque point a été fait, de sorte que l'aiguille piquera à » une distance égale de celle de deux points.

» *k* est un axe ou arbre auquel sont fixés à droite deux rochets *k'* dont les » dents sont en directions opposées, ils reçoivent des mouvements qui obligent » les arbres à tourner dans des directions différentes par le moyen de roues » dentées k^2 faisant mouvoir la roue *i'*, et par suite le rouleau. »

Nous ne rapporterons pas entièrement les mouvements complémentaires décrits minutieusement dans la spécification de la patente Fisher et Gibbons, il nous suffira d'ajouter à ce qui précède, que le but primitif des inventeurs étant de faire de la broderie sur des pièces de tissus, le mouvement de leurs rouleaux entraîneurs pouvait avoir lieu comme nous venons de le voir en avant ou en arrière aussi bien que de gauche à droite, mouvements qu'ils obtenaient au

moyen d'un métier Jacquard, dont les organes, combinés avec les leviers de commande et les cames, faisaient produire à la broderie le dessin désiré aussi bien qu'une *couture en ligne droite.*

Malgré l'invention de Fisher et Gibbons du 7 décembre 1844 antérieure de deux années à celle de Elias Howe du 10 septembre 1846, les tribunaux américains (celui de Boston : Procès de Elias Howe contre les fabricants américains de machines à coudre) maintiennent le brevet Howe, et la cour de New-York, en 1860, prolongea sa patente. Voici les arguments vraiment surprenants que M. Gifford, avocat de Elias Howe, a fait prévaloir sur ce sujet : (page 58 de son mémoire.) « L'invention Howe est antérieure à celle de Fisher et Gibbons. La spécification Fisher et Gibbons n'a été complétée qu'en juin 1845. » (La demande de patente avec pièces à l'appui, revendications, etc., a été déposée le 7 décembre 1844.) « Les témoignages montrent que Howe a son invention complète et en fonctionnement antérieurement au milieu de mai 1845. » (Son brevet date du 10 septembre 1846.) « La loi » américaine considère la date « de l'invention dans ce cas. » C'est bien clair, on recule la date de la patente Fisher et Gibbons de 6 mois, on avance celle de Howe de 16 mois et ainsi l'invention de Howe, postérieure de 21 mois à celle de Fisher et Gibbons se trouve antérieure de 15 jours !

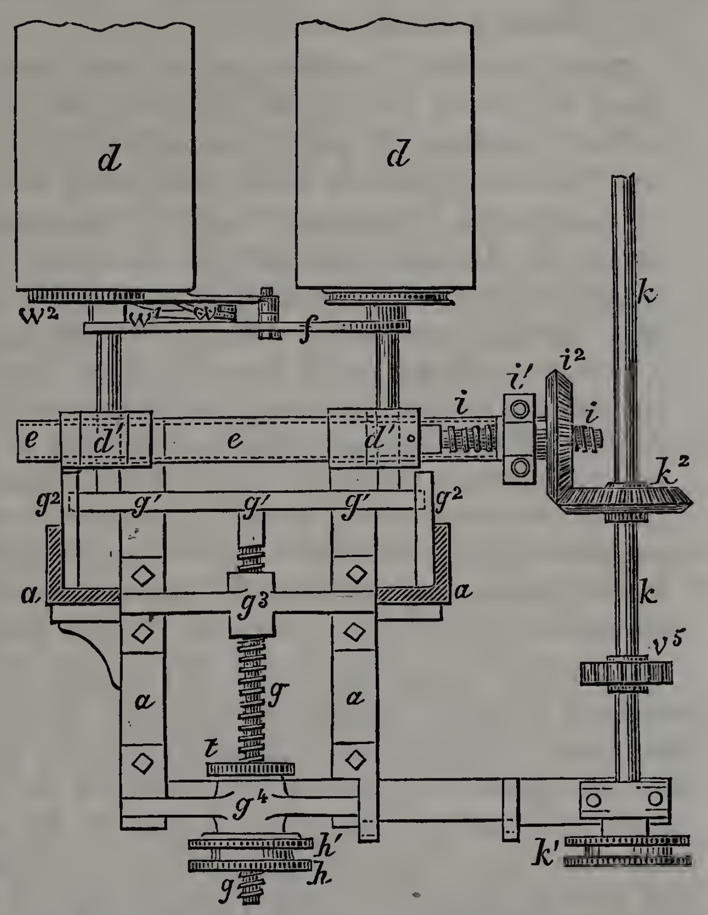


Fig. 20. — Entraînement de la machine Fisher et Gibbons.

La loi anglaise ni les juges ne sont du même avis. En 1857, M. Thomas, propriétaire en Angleterre du brevet de Elias Howe, daté du 1er décembre 1846, poursuivit en contrefaçon M. Foxwell ; celui-ci se défendit avec le brevet antérieur Fisher et Gibbons et eut gain de cause en première instance le 17 janvier 1858. La chambre de la Cour de l'Échiquier (Cour d'appel) le 2 février 1859 a maintenu ce jugement en ces termes :

« La question consiste à savoir si la revendication est générale, et si elle » s'étend à toutes les aiguilles et navettes en combinaison entre elles (patente Thomas), ou si elle se borne à l'aiguille et navette particulières représentées » feuille 1 des dessins ; cette dernière interprétation serait forcée, le deman- » deur n'a pas pu avoir l'intention de se borner à une aiguille et à une navette » particulière, il a voulu dire : « *Je revendique la combinaison d'aiguille et* » *navette comme ces dessins le représentent.* » En l'interprétant comme la logi- » que le comporte justement, je suis d'avis que l'invention (Thomas, cessionnaire » de Howe) ne peut pas être maintenue par la raison qu'elle a été mise en usage » par un brevet antérieur (Fisher et Gibbons). » D'ailleurs, dès 1855, M. Thomas fit déposer à l'administration des patentes un disclaimer, c'est-à-dire une

renonciation d'une partie des revendications de sa patente du 1er décembre 1846, elle est ainsi conçue :

« Attendu que depuis le dépôt de ma dite spécification, il est venu à ma
» connaissance qu'avant la demande de mon dit brevet, une machine avait été
» décrite dans la spécification d'un brevet accordé à MM. Fisher et Gibbons le
» 7 décembre 1844, et dans laquelle une série d'aiguilles étaient arrangées
» pour agir simultanément ensemble avec un nombre égal de navettes dans le
» but d'orner les étoffes. » (1)

« Mais je ne puis pas m'assurer si cette machine a jamais été mise en pra-
» tique, et je crois qu'elle est incapable de fonctionner utilement. » (2)
« J'ai cependant été averti que des doutes peuvent s'élever et des objections
» être faites en raison de cette publication antérieure, pour ce motif, je désire
» enregistrer ici l'abandon suivant d'une clause de la deuxième revendication
» de la fin de ma spécification. « *Je ne revendique pas l'emploi d'une*
» *machine de plusieurs aiguilles et navettes, ni aucune des parties mécani-*
» *ques spéciales qui composent la machine montrée dans les dessins.*
« Comme cette partie de l'invention qui consiste dans l'emploi d'une aiguille
» en hélice n'est pas en usage, je désire pour cette raison l'abandonner et je
» déclare abandonner ici toutes les parties de la spécification qui décrivent et
» revendiquent la troisième partie de l'invention ainsi décrite : 3° Je revendi-
» que la construction et l'emploi d'un châssis mobile, pl. 2 des dessins, qui me
» permet de tenir l'étoffe de telle manière qu'elle puisse être mue dans toutes
» les directions pour recevoir les lignes de points qui forment différents dessins
» de broderie. En foi de quoi j'ai, William Thomas, signé ce 30 avril 1855. »

Nous avons tenu à faire ces citations pour rétablir une page de l'histoire des machines à coudre grandement altérée. Nous nous hâterons d'ajouter que si Elias Howe n'a pas été le premier à coudre au point de navette, nous reconnaissons sans peine qu'à partir du moment de la production de sa machine à coudre, il a, aidé de son frère, Amasa B. Howe, fait les plus grands efforts en Angleterre et en Amérique, pour en faire accepter l'usage et en propager l'emploi, et c'est seulement après plusieurs années de luttes que d'habiles constructeurs ont réussi à construire des machines capables d'entrer dans la pratique des ateliers, grâce au système d'entraînement de Morey, breveté en 1849.
Nous nous arrêterons ici pour ne pas répéter ce que nous avons dit dans notre Mémoire de 1867, auquel nous prions nos lecteurs de vouloir bien se reporter. (*Etudes sur l'Exposition*. 8e vol., page 65.)

III. — **Perfectionnements apportés aux machines-type pour la lingerie, la confection, les ouvrages de tailleurs et de cordonniers.** — Ce chapitre sera consacré aux améliorations apportées depuis 1867 aux machines types que nous avons décrites en détail, à cette époque, dans les *Études sur l'Exposition*, et qui n'entrent pas dans les diverses catégories d'applications spéciales que nous avons réunies sous divers titres, afin de donner plus de clarté à notre travail.

Dans ce *Mémoire*, nous avions, en effet, expliqué les divers points de couture et montré, par des dessins très-grossis, l'enlacement des fils qui les produisent;

(1) Le tribunal dans son jugement en appel le 2 février 1859 ajoute qu'il est très-singulier que le brevet qui avait été spécifié dès 1844 ne soit venu qu'alors à sa connaissance.

(2) Note du tribunal. « Il me semble que cette explication est tout à fait superflue et inutile, et je n'approuve pas cette manière de parler des inventions des autres ».

nous avions ensuite décrit les machines types à l'aide desquelles se font les différentes coutures et qui, aujourd'hui, ont encore la faveur des ateliers. Nous n'avons donc à parler ici que des modifications et des perfectionnements de détails qui ont pu être introduits dans la construction de ces machines, et, pour cela, nous suivrons l'ordre des points exécutés.

1° **Machines à point de chaînette simple.** — La machine Villecox et Gibb est encore aujourd'hui celle qui, sans modifications ni perfectionnements et précisément en raison même de sa simplicité, présente le plus de douceur à la marche et coud avec la plus grande rapidité. Chaque fabricant français, qui construit un certain nombre de modèles de machines, en a un spécial pour la chaînette simple, mais toutes ces machines se ressemblent beaucoup et aucune ne se distingue, soit par plus de simplicité ou une meilleure construction.

2° **Machines à point de chaînette double.** — La meilleure machine de ce genre est encore celle du système Grower et Baker, que construit si bien la maison Goodwin de Paris. L'observation que nous venons de faire relativement aux machines à un fil convient également à celles-ci : on a changé et modifié pour ne pas faire mieux; d'ailleurs, l'usage de ce genre de machine ne s'est pas développé autant qu'on aurait pu le supposer, à cause de la grosseur de la couture à l'envers, et surtout de la concurrence des machines à navettes que les fabricants français ont vendu meilleur marché.

3° **Machines à point de navette.** — *Machine Howe.* — La Cie des machines Howe qui a sa fabrique à Bridgeport, Connecticut, Amérique, s'est établie à Glasgow, Écosse, pour la fourniture à l'Europe de ses machines à coudre. Quelques modifications, en somme peu importantes, ont été apportées à ses machines depuis 1867, elles consistent notamment dans le moyen employé pour le réglage du point qui se fait actuellement en tournant un bouton molleté placé à la droite de la machine, il transmet son déplacement à l'entraîneur par un arbre qui longe le bord du socle.

Une seconde modification est apportée à la fabrication par l'évidement des deux cames, ce qui évite un poids d'une certaine importance. Puis l'arbre est maintenu par deux bagues de chaque côté du palier, de sorte que la poulie peut être placée hors de la machine sans toucher le bâti. Enfin, la rondelle de tension composée de deux plaques à dents se croisant et le ressort du dessus qui pinçait le fil ont été supprimés et remplacés par une seule pièce ronde fondue, à gorge angulaire, munie de petites bosses; le fil arrive dessus par un trou évasé du support.

Machine de MM. C. Peugeot et Cie. — MM. Peugeot, qui fabriquent des machines à coudre depuis une dixaine d'années, exécutent le type à navette seulement, le col de cygne fondu avec le socle donne à l'ensemble la forme d'un ▢ couché sur sa partie droite, les deux mouvements principaux, celui de l'aiguille et celui de la navette, sont deux leviers coudés agissant par les deux rainures d'une came fixée sur l'arbre de la machine, placé sous le socle comme dans la machine Howe, avec cette différence que les deux rainures sont faites sur un cylindre unique. Pour les autres parties accessoires, MM. Peugeot ont, comme tous les fabricants, des moyens différant plus ou moins de ceux de leurs confrères et qui sont généralement satisfaisants. Ici, le réglage du point se fait en haut de la griffe par une vis qui limite la course de la barre à griffe ; le passage du fil de l'aiguille est un petit appareil formé de deux lames à ressort dont l'une est entaillée pour le passage du fil, et l'autre fait une pression qu'on peut régler par une vis; sur le devant de la tête est un appareil de tension ou serrage du point qu'on règle également à volonté. Enfin, sous la plaque, le levier

du porte-navette est muni d'un appendice formant ressort et pressant un autre ressort porteur d'une petite tige qui, à chaque mouvement de la navette, c'est-à-dire à chaque point, va se placer sous cette navette et devant l'aiguille qu'elle repousse, dans le cas où elle se serait inclinée dans la direction du passage de cette navette.

Machine de MM. Smith, Starley et Cie, de Londres. — Ces fabricants ont apporté à leurs machines un perfectionnement qui nous semble intéressant, ils ont remplacé les cylindres à cames de l'arbre du dessous de la machine par une combinaison de leviers disposés dans une boîte au-dessus et à droite du socle de la machine; de sorte que ni dans la tête, ni sous la table ne se trouve aucun organe de mouvement, tels que cylindre ou plateau à cames, qui sont entièrement supprimés. Le résultat obtenu est une plus grande douceur dans la marche, attendu que l'effort à vaincre dans les machines à cames pour le passage des galets dans des rainures à pentes ordinairement rapides, surtout lorsque les cylindres sont de petits diamètres, est ici considérablement diminué. Les leviers combinés, auxquels s'attache le levier du porte-aiguille et celui de la navette, sont disposés pour donner à l'aiguille et à la navette les mouvements qui leur sont nécessaires, mais l'entraînement qui se fait dans le sens de la longueur de la machine peut être un inconvénient dans beaucoup de cas.

Quoique notre intention bien arrêtée soit de ne parler que des choses nouvelles, nous ne pouvons pas, cependant, omettre de citer quelques-unes des maisons qui ont pris une part considérable à l'Exposition et qui occupent une place honorable dans la fabrication.

Nous devons nommer MM. Hurtu et Hautin, dont l'industrie ne consiste pas dans la copie des machines de divers systèmes étrangers, mais qui sont, à proprement parler, des fabricants français dont les divers types de machines pour la famille et les différentes spécialités de la couture : lingerie, confection, fabrication des corsets, des sarraux, cottes, blouses et autres articles de Lille, pour les tailleurs et l'équipement militaire, etc., etc., ont été perfectionnés par eux, chaque machine, par sa forme et ses dimensions, est appropriée au travail qu'elle est destinée à faire. Leur exposition renfermait la plupart de ces différentes machines en même temps que quelques machines spéciales dont nous parlerons plus loin.

La lingerie fine continue à s'approvisionner chez M. Reimann; les machines de ce fabricant sont toujours les meilleures pour les ouvrages soignés, et il est juste de dire à son honneur que, ni l'Angleterre, ni l'Amérique ne sauraient lui porter ombrage, car la beauté et la régularité du point que fait sa machine, jointes à son débit, défient toute concurrence; ajoutons que sa fabrication extrêmement bonne contribue bien pour quelque chose à ces résultats.

La maison Bradbury d'Angleterre a une belle collection de machines, parmi lesquelles nous citerons particulièrement celles à piquer les tiges des chaussures. La maison Singer a exposé aussi ses meilleurs spécimens.

Les maisons Goodwin et Bariquand construisent plus spécialement les machines à coudre des divers numéros de Howe, qu'ils livrent à la consommation à des prix très-abordables. MM. Tabourin et Bouriquet fabriquent la plupart des types fort différents de machines à coudre.

Enfin, on remarquait à l'exposition de M. Hachée, une collection de pièces détachées : navettes, entraînements, cames et une multitude d'autres petits objets faits avec une rare perfection. L'exposition de M. Le Brissonnais est dans le même cas, mais ses produits sont un peu différents; on trouve surtout, parmi eux, les crochets pour machines à chaînette simple et des aiguilles courbes pour machines à chaînette à deux fils.

Machine Wheeler et Wilson. — La Cie Wheeler et Wilson a exposé à la section américaine trois machines : 1° La machine type qui a subi quelques modifications ; 2° une seconde machine du même système avec l'aiguille droite remplaçant l'aiguille courbe et 3° une machine spéciale dont tous les éléments de la première sont complétement modifiés.

I. La machine type a reçu quelques petites améliorations, car, ainsi que nous l'avons dit en 1867 « Le système Wheeler et Wilson est extrêmement simple, » mais cette simplicité qui le rend remarquable ne l'exempte pas, cependant, » nous ne dirons pas de certains défauts, mais tout au moins de certaines » imperfections auxquelles il serait très-difficile de remédier sans compliquer » les mouvements. »

En effet, les améliorations réalisées consistent surtout à donner à la griffe d'entraînement une plus grande surface qui entoure l'aiguille et prend mieux le tissu pour le tirer, c'est ce qui existait avant dans bon nombre d'autres machines à coudre. La plaque d'aiguille est maintenant mobile, comme on le fait aussi dans d'autres systèmes depuis fort longtemps. Enfin, l'anneau à coulisse est muni d'un ressort qui porte sur la bobine et évite les tâtonnements dans le serrage.

II. La seconde machine du même système, avec une aiguille droite au lieu de l'aiguille courbe, qui a été faite par la Compagnie américaine, n'a pas l'intérêt de la nouveauté, car il y a plus de vingt années que cette disposition a été appliquée en Angleterre, en France et en Allemagne. Le point est plus régulier mais la vitesse est réduite.

III. Une transformation complète de sa machine type a été faite dernièrement par la Cie Wheeler et Wilson. Divers brevets ont été pris en Amérique en 1870, 1872 et 1873, par M. James-Alfred House employé de cette Compagnie, pour se réserver la propriété des perfectionnements apportés aux machines exposées au Champ-de-Mars en grande quantité et qui ont pour but de coudre les tissus durs et épais et le cuir.

Divers fabricants français et étrangers n'ont pas attendu à l'année 1870 pour construire une machine qui puisse, avec une bobine remplaçant la navette, donner ces résultats ; et nous pouvons citer ceux qui, dès 1858, ont cherché à remédier à l'insuffisance du système Wheeler et Wilson pour ces sortes de travaux. Les divers éléments constitutifs de la machine sont : 1° la bobine ; 2° l'aiguille ; 3° le crochet ; 4° le tirage du fil de l'aiguille.

Nous allons les examiner dans l'ordre des applications qui ont été faites.

Brevet de M. Reimann (février 1858). — *Bobine.* — Ce constructeur a, dès le principe, adopté la suppression de la navette ordinaire et son remplacement par une bobine (non point celle des machines Wheeler et Wilson dont l'ouverture très-étroite ne permet que l'emploi de fil fin et qui se place librement dans l'intérieur du crochet), mais une bobine d'environ 20 millimètres de diamètre, et dont l'intérieur plat des deux côtés donnait à la sortie du fil une largeur de 5 millimètres ; elle est placée dans une capsule dont le rebord couvre entièrement son ouverture, le fil sort par un trou pratiqué dans la capsule et la tension est réglée par un ressort fixé au fond de la cuvette.

Aiguille. — L'aiguille droite et courte fut employée et non l'aiguille courbe.

Crochet. — Ne copiant rien sur les machines antérieures, M. Reimann fit un crochet ayant la forme d'un hameçon, auquel il donna un mouvement alternatif suffisant pour amener la boucle du fil de l'aiguille assez loin pour qu'elle continue à entourer d'elle-même la bobine. La combinaison de ces trois éléments, bobine à cuvette, aiguille droite et crochet formait une couture dont un point serrait le précédent ; chaque point se faisait donc en deux fois et par deux

opérations distinctes, et c'est en cela seulement que la machine Reimann a un air de parenté avec le système Wheeler et Wilson.

En effet, nous écrivions en 1867 relativement à la formation du point avec la bobine Wheeler et Wilson : « Le crochet, qui est revenu à son point de départ, prend, dans une nouvelle révolution, le fil de l'aiguille pour former un autre point; il tire en même temps le fil du point précédent et le termine. Il en résulte que, dans une étoffe un peu dure, le tissu s'étant resserré après la sortie de l'aiguille, retient le fil que le croissant entraîne difficilement. »

Brevet de M. William Jackson (décembre 1859). — Cet inventeur a combiné une machine empruntant les éléments de la machine Reimann, c'est-à-dire la bobine à cuvette et l'aiguille droite, mais elle est munie d'un crochet à mouvement circulaire continu et d'un tendeur de fil serrant chaque point. Le tendeur est formé d'un levier coudé à angle droit; son extrémité libre du côté de la tête de la machine est terminée par un ressort dans lequel passe le fil de l'aiguille; l'axe du mouvement est dans le coude et le retour d'équerre de cette pièce descend jusque sous le socle de la machine, où il reçoit son mouvement d'une came fixée sur l'arbre moteur, de telle sorte qu'à chacun de ses tours, la came fait fonctionner le tendeur qui serre le point.

Brevet de M. Reimann (janvier 1866). — Les éléments de sa machine à lingerie permettaient à ce fabricant, avec un simple perfectionnement dans le tirage du fil, de coudre aussi bien les tissus les plus épais que les plus minces, et pour cela il ajouta à sa machine une pièce pour remonter le fil après chaque point, remplissant le même but, mais très-légère et très-courte et d'un emploi plus pratique que celle de M. Jackson, qui prend le mouvement à l'endroit le plus éloigné de son point d'application.

Cette pièce est placée au-dessus de la tête de la machine et formée d'une douille fixe dans laquelle passe une tige terminée, d'un côté, par une petite manivelle avec galet appuyant constamment sur une came montée sur l'arbre moteur situé au-dessus du col de cygne, et, de l'autre côté, par une tête percée d'un trou dans lequel passe une tige dont on peut faire varier la saillie et destinée à remonter le fil. Un ressort à boudin est enroulé sur l'axe qui traverse la douille et est fixé par un bout dans l'axe même et par l'autre dans la douille; sa tension doit être telle qu'elle maintienne constamment le galet en contact avec la came.

Dans la description du brevet Reimann, on explique le moyen qui a pour objet d'empêcher le fil de se rompre en le remontant et le serrant entièrement après chaque point. Cette machine, placée dans la section française à l'exposition universelle de 1867, fut examinée par le jury de cette classe et jugée digne d'une *médaille de bronze*. C'était justice, car, en effet, ce système de machine avec son tirage de fil indépendant ne peut pas lutter de vitesse avec celle qui n'a aucun tirage à faire et qui réussit si parfaitement la lingerie fine. Quant à la couture d'étoffes dures ou très-épaisses ou du cuir, rien ne vaut mieux que les machines Howe ou tout autre bon système à navette dans lesquels le tirage du fil est de 1 ou 2 centimètres seulement, tandis qu'avec la bobine ronde il est de 8 à 10 centimètres. Ce long parcours ne peut donner un travail convenable qu'en modérant beaucoup la vitesse. Pour ce qui est de la beauté du point, la machine y est pour peu de chose, la forme de l'aiguille et l'habileté de l'ouvrière sont tout; c'est du moins l'avis des personnes compétentes.

Machine de J.-A. House, exposée dans la section américaine. — La compagnie Wheeler et Wilson écrivait en 1878 : « Les fabricants ressentaient beaucoup la nécessité d'une machine qui puisse coudre le cuir et les étoffes épaisses ayant une plus grande durée, rapidité et perfection du point que celles qui existaient,

lorsque J.-A. House se mit à la recherche du problème de produire une machine avec un crochet rotatoire et une bobine qui, non-seulement remplirait les besoins des fabricants, mais qui pourrait s'adapter tout aussi bien aux forts travaux qu'aux plus légers. Afin d'obtenir ce but, il était nécessaire de substituer à l'aiguille courbe une aiguille droite..

» Dans la machine originale, la boucle d'un point est serrée par le crochet en ouvrant la boucle du point suivant... Il était nécessaire d'introduire un tendage pour tirer le fil du dessus de chaque point avant de commencer un nouveau point..., et qu'il ne commence à tirer le fil que lorsque l'aiguille soit sortie entièrement de l'étoffe cousue; le mouvement du tendeur doit être indépendant du mouvement de l'aiguille... »

Et plus loin : « Les modifications du crochet rotatoire telles qu'elles sont appliquées à cette machine sont importantes... La grandeur de la bobine et l'appareil de tension du bas permettent de se servir du fort cordonnet..., etc. »

La compagnie Wheeler et Wilson résume ainsi les récompenses qu'elle a obtenues pour sa nouvelle machine :

« 1° A l'exposition internationale de Vienne en 1873, une médaille de progrès; 2° à l'exposition de Philadelphie en 1876, deux médailles et deux diplômes. »

L'examen des brevets et de la nouvelle machine Wheeler et Wilson nous montre la forme et l'usage des organes qui y sont employés : bobine à cuvette, aiguille droite, crochet, tirage du fil à chaque point, et les moyens adoptés pour les faire fonctionner.

La *bobine à cuvette* en métal a maintenant une ouverture entre les deux joues de 3 millimètres environ, qui permet l'usage d'un gros fil, et est placée dans une capsule dont le rebord couvre toute l'ouverture de la bobine; son fil sort par plusieurs trous percés sur le rebord de la capsule et est ainsi tendu. Mais la tension de la bobine elle-même est réglée par un ressort qu'on fait agir de l'extérieur. La substitution de l'*aiguille droite* à l'aiguille courbe combinée avec la bobine ne présente rien de particulier.

Le *crochet* Wheeler et Wilson de la machine à aiguille courbe a été conservé, mais il a été fortement modifié et amélioré; il prend la boucle du fil de l'aiguille sous la plaque de la machine et l'élargit pour qu'elle puisse entourer une bobine assez grosse; sa cavité est plus profonde, de manière à ce qu'on puisse y placer une bobine capable de tenir beaucoup de fil et sa cuvette. Le mouvement de ce crochet est circulaire mais variable, par une combinaison de deux arbres, non dans le même axe, munis chacun d'un plateau avec un goujon carré qui entre entre deux segments roulant dans un collier; le crochet fixé à l'extrémité de l'un des arbres reçoit un mouvement variable en raison de l'excentrage des dits arbres. Ce même mouvement est aussi obtenu par une combinaison de leviers d'une marche plus douce; la vitesse variable du crochet est nécessaire aux yeux des constructeurs pour laisser au tendeur du fil le temps voulu pour tirer la longue boucle et serrer chaque point.

M. J.-A. House paraît attacher un grand intérêt au *tirage du fil à chaque point*, et pour cela il emprunte une disposition analogue à celle décrite dans le brevet Jackson de 1859 et qu'il fait bréveter malgré cela en 1872 dans les termes suivants :

« Le levier de tirage du fil est disposé entre le levier de l'aiguille et le bras du bâti; il pivote près de son centre sur ce bras et est muni à son extrémité en avant de deux crochets ou trous par lesquels passe le fil de l'aiguille; son extrémité arrière pivote sur une tige de communication qui est fourchue à son extrémité inférieure pour recevoir l'arbre moteur et porte un galet mû par une came. Quand le fil a passé par l'œil ou les yeux de l'extrémité du levier de tirage et le trou de l'aiguille, la résistance du fil maintient ce galet en contact

avec la came ; l'effort de résistance du fil fait descendre le levier qui remonte le fil par l'action de la came sur le galet. »

Ce grand levier de tirage en équerre allant chercher son mouvement hors de la machine, nous semble un obstacle au travail rapide dans les tissus durs ou épais et le cuir. Mais l'entraînement à griffe agissant en dessous, qui existait dans la machine Wheeler et Wilson et qui a été conservé, lui permet de coudre le cuir verni.

Pour nous résumer sur la nouvelle machine construite par la compagnie Wheeler et Wilson, il résulte de l'examen approfondi que nous avons cru devoir en faire que *les organes dont elle est formée (sauf le crochet et son mouvement) ont déjà été employés par d'autres fabricants, et que leur combinaison a été faite sur les machines antérieurement construites et que nous avons citées plus haut.*

Nous ajouterons que la machine exposée est faite avec beaucoup de soin et que les travaux exécutés sur des tiges de chaussures sont fort beaux ; il en est de même de ceux qui sont faits sous les yeux du public sur une machine parfaitement réglée avec des accessoires et des fournitures de premier choix ; le tout conduit par une ouvrière américaine de la plus grande habileté.

Mais c'est là une représentation de gala que peut offrir un grand seigneur, une très-puissante compagnie comme celle des machines à coudre Wheeler et Wilson, et, tout en lui souhaitant bonne chance, nous pensons qu'il faut laisser aux intéressés le temps de se prononcer. Il n'est pas bon en ces matières d'agir avec enthousiasme, car nous avons vu divers objets présentés ainsi et tomber dans l'oubli bientôt après.

IV. — Machines à coudre au point de navette dans lesquelles la navette mobile est remplacée par une bobine fixe. — Nous avons dit précédemment qu'une tendance bien accusée chez les constructeurs de machines à coudre, qui ne sont pas seulement fabricants, mais mécaniciens, consiste à chercher à supprimer la navette mobile et à la remplacer, les uns par une bobine métallique de grande dimension, les autres par une bobine ordinaire fixe et autour de laquelle on fait passer la boucle du fil de l'aiguille. Ce genre de machines ne constitue pas un type spécial ; il est du système Wheeler et Wilson, dont il s'éloigne cependant beaucoup quant aux moyens employés, comme nous allons le voir. Quatre machines, à l'Exposition, résolvent plus ou moins bien et plus ou moins complétement ce problème, intéressant à coup sûr, pour qui sait l'usure dont les navettes sont l'objet par leur frottement dans la coulisse ; elles sont faites par MM. Leconte et ses fils de Paris, Smith, Starley et Cie de Londres, Hurtu et Hautin de Paris et Pearce des États-Unis.

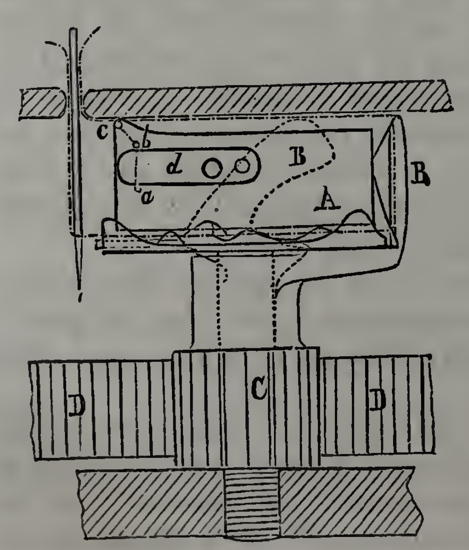


Fig. 21. — Machine de M. Leconte.

Machine Leconte. — Cette machine a l'aspect d'une machine à coudre à presseur en-dessus et griffe d'entraînement en dessous ; le levier porte-aiguille est conduit par la rainure d'une came calée sur l'arbre de la machine sous sa table. La modification apportée par M. Leconte consiste dans l'emploi d'une bobine large et peu haute posée sans aucun assemblage dans une petite boîte A fixe, fig. 21, entourée d'un crochet B fixé à un pignon C, qui reçoit un mouvement circulaire alternatif d'une crémaillère D ; le crochet prend la boucle de

l'aiguille et la fait passer sous la bobine afin de prendre son fil; l'aiguille, en remontant, fait mouvoir une petite pièce à œil qui reçoit le fil et opère le tirage de la longue boucle, grâce à un mouvement d'une amplitude relativement considérable. Chaque point est ainsi serré directement pendant la levée de l'aiguille.

Le serrage du fil de la bobine se fait sur le côté de la boîte A percée de plusieurs trous *a*, *b*, *c*, par lesquels on passe le fil, ainsi que sous un ressort *d*, qui sert à donner une tension plus ou moins grande selon les besoins. Pour le fil de l'aiguille, on se sert de l'un des moyens en usage. Malgré la grande boucle nécessaire pour la prise du fil de la bobine, cette machine, que nous avons fait fonctionner sur des tissus divers : mousseline, drap et cuir, a fait des coutures d'une régularité parfaite la longueur du point étant variée à volonté et le serrage des fils très-bon dans quelque tissu que l'on fasse la couture.

Machine Smith et Starley. — La navette est remplacée ici par une bobine ordinaire A, fig. 22 et 23, renfermée dans une enveloppe métallique B ayant la forme d'un obus (partie cylindrique terminée en cône); le fil sort de l'enveloppe par divers trous *a*, *b*, *c*, qui déterminent la tension. Cette enveloppe est placée dans une pièce fixe C et n'est douée d'aucun mouvement; un crochet mobile D, complétement indépendant de ces pièces et recevant un mouvement elliptique obtenu par l'excentrique E et la coulisse G en-dessous, prend la boucle du fil de l'aiguille, la passe sous l'enveloppe B et entraîne le fil de la bobine serré suffisamment pour amener le nœud des deux fils au milieu de l'épaisseur du tissu que l'on coud.

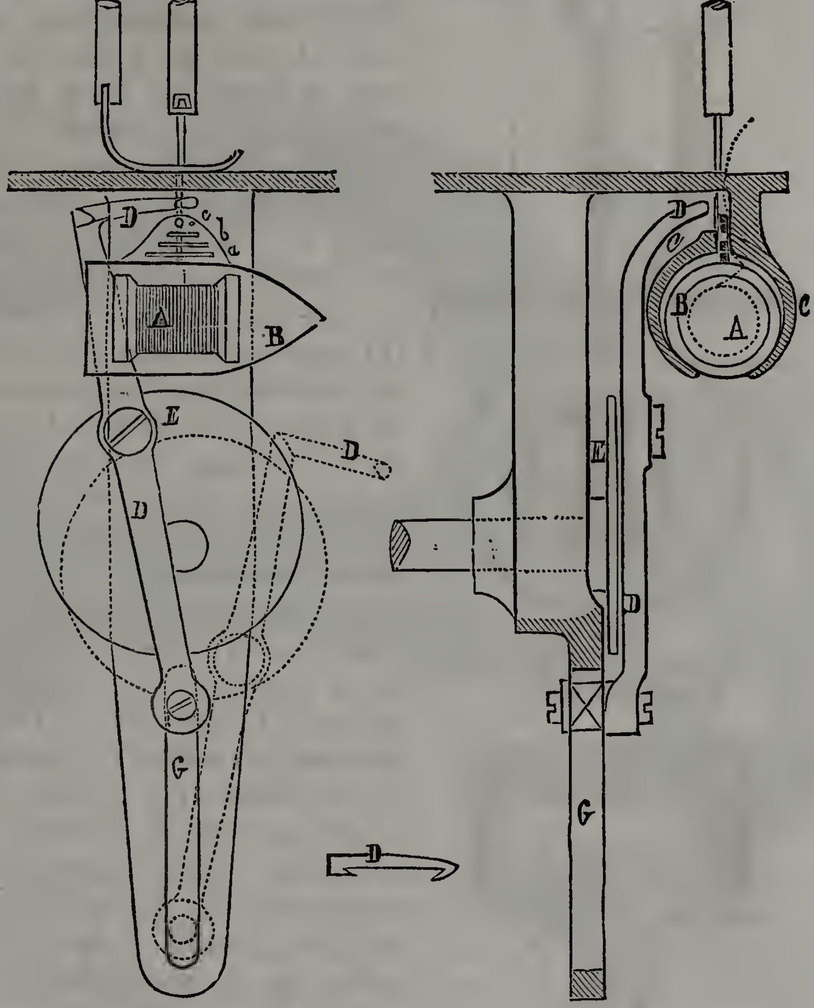


Fig. 22. — Machine Smith Stalrey et Cie. — Vue de face.

Fig. 23. — Vue de côté.

La grande boucle du fil de l'aiguille est remontée en partie seulement. C'est le tirage du crochet faisant le point suivant, qui serre celui qui précède, ce qui rend cette machine préférablement apte aux travaux de lingerie.

Machine Hurtu et Hautin. — Cette machine est surtout différente des précédentes en ce que l'on emploie une bobine ordinaire fixée dans un châssis qui se place très-facilement, sans déranger aucun des organes de la machine. Les dessins fig. 24 et 25 montrent la partie qui nous occupe spécialement, c'est-à-dire le remplacement de la navette mobile par une bobine fixe; à la partie supérieure est le porte-aiguille A avec son aiguille et à côté le presse-étoffe B. Ces organes sont mûs par l'un des moyens en usage. Sous la table, une grande

circonférence C, fig. 24, montre un crochet vu de face; sa forme est représentée, fig 25, en coupe, c'est une sorte de boîte creuse D dont le fond E est percé d'un trou recevant l'arbre qui lui donne son mouvement circulaire; sur son contour et en avant est découpé un grand crochet F; la fig. 24 fait voir en *a*, *b*, *c* trois positions différentes d'un petit crochet mobile qui reçoit un mouvement par des engrenages. En *a*, il entre dans la boucle de l'aiguille et l'entraîne jusque passé l'axe de la bobine en dessous; en *b*, il commence à s'ouvrir, et en *c* le fil l'a quitté tout à fait.

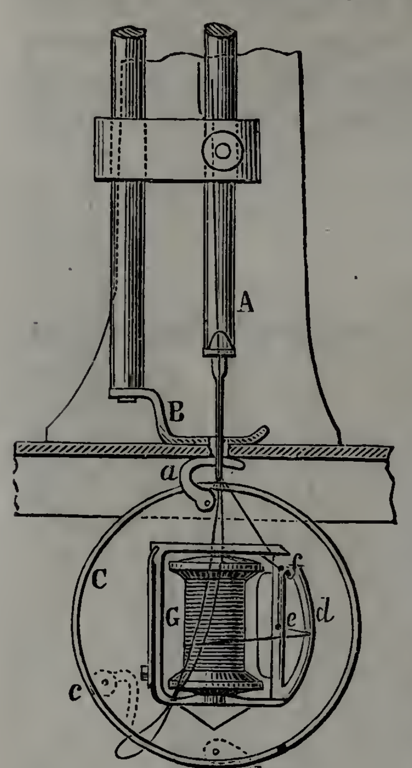


Fig. 24. — Machine de MM. Huartu et Hautin. Élévation.

La bobine est placée dans un support dont les deux fonds reçoivent son axe; son châssis à claire-voie est muni en *d* d'un arc évasé sur les deux côtés, vers le diamètre de la bobine, de manière à aider au passage de la boucle du fil de l'aiguille. Les passages du fil se font sur ce côté; en effet, en quittant la bobine, il passe par dessus l'arc *d*, puis dans les trous *e*, *f*, de là dans les trois trous *g*, *h*, *k*. Enfin, on règle la tension en serrant plus ou moins la vis *n* de la petite paillette d'acier *m*, qui porte sur le fil. On remarquera que le châssis G de la bobine porte un prolongement qui coulisse à queue d'aronde dans un support, de telle sorte que, sans déranger le crochet ni aucune autre pièce, on place ou on retire la bobine très-facilement.

Lorsque l'on coud, l'aiguille étant en bas et sa boucle formée, elle est prise par le crochet mobile *a* qui, ayant une certaine grosseur, ouvre cette boucle, le mouvement continuant à droite, lorsque le fil va s'appuyer sur le cylindre, les deux brins rencontrent le vide et se trouvent écartés de chaque côté par le crochet F, de telle sorte que lorsque le fil est abandonné par le petit crochet, il passe aisément de chaque côté de la bobine qu'il entoure; l'arc *d* et la traverse large empêchent absolument tout faux mouvement du fil, si par extraordinaire la tension était trop faible et que les deux brins viennent à flotter. Le fil de l'aiguille étant tiré serre le point précédent, entraîne la boucle dans le tissu et le mouvement se continue ainsi.

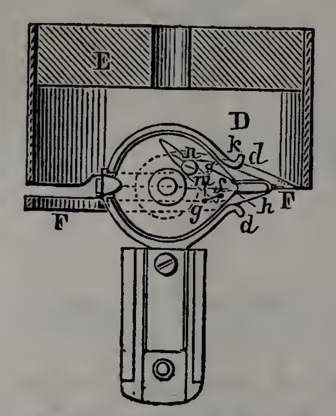


Fig. 25. — Coupe horizontale.

Machine de M. Pearce des États-Unis. — Dans cette machine, la bobine est placée verticalement dans une large cuvette circulaire à bords ondulés, ne recevant aucun mouvement; une enveloppe sphérique, portant un crochet sur son bord extérieur, rappelle la disposition d'ensemble de la machine précédente. La fig. 26 montre les organes principaux qu'une description succinte fera bien comprendre. Le volant A est monté à l'extrémité de l'arbre moteur B, qui communique à la machine tous ses différents mouvements; en C est une petite manivelle actionnant le levier coudé D D articulé en *d* et conduisant la tige rigide du porte-aiguille par un joint *d'* se déplaçant pour se maintenir dans la verticale.

La bobine de fil E est placée, telle qu'on l'achète, dans une sorte de grande cuvette *c*, munie d'un axe qui se rabat à charnière très-facilement; cette cuvette ou porte-bobine et sa bobine sont fixes; une enveloppe *o* à bord circulaire, fixée

à l'extrémité de l'arbre B et portant une entaille en forme de crochet, tourne par le mouvement de la machine ; le crochet dans sa révolution arrive au centre lorsque l'aiguille est en bas et sa boucle formée, cette boucle est entraînée et embrasse la cuvette pour revenir, apportant le fil de la bobine. Un point important est le tirage du fil. Il est ici tout spécial et chaque point est serré lorsque l'aiguille est remontée. L'organe de tirage n'est point près de la tête de la machine, comme dans quelques autres, mais il est à l'extrémité près du volant; c'est un levier courbe F portant un œil à son extrémité *f*, dans lequel passe le fil dont un brin vient de la bobine G en passant dans l'appareil de tension H et l'autre se rend à l'aiguille en traversant un guide.

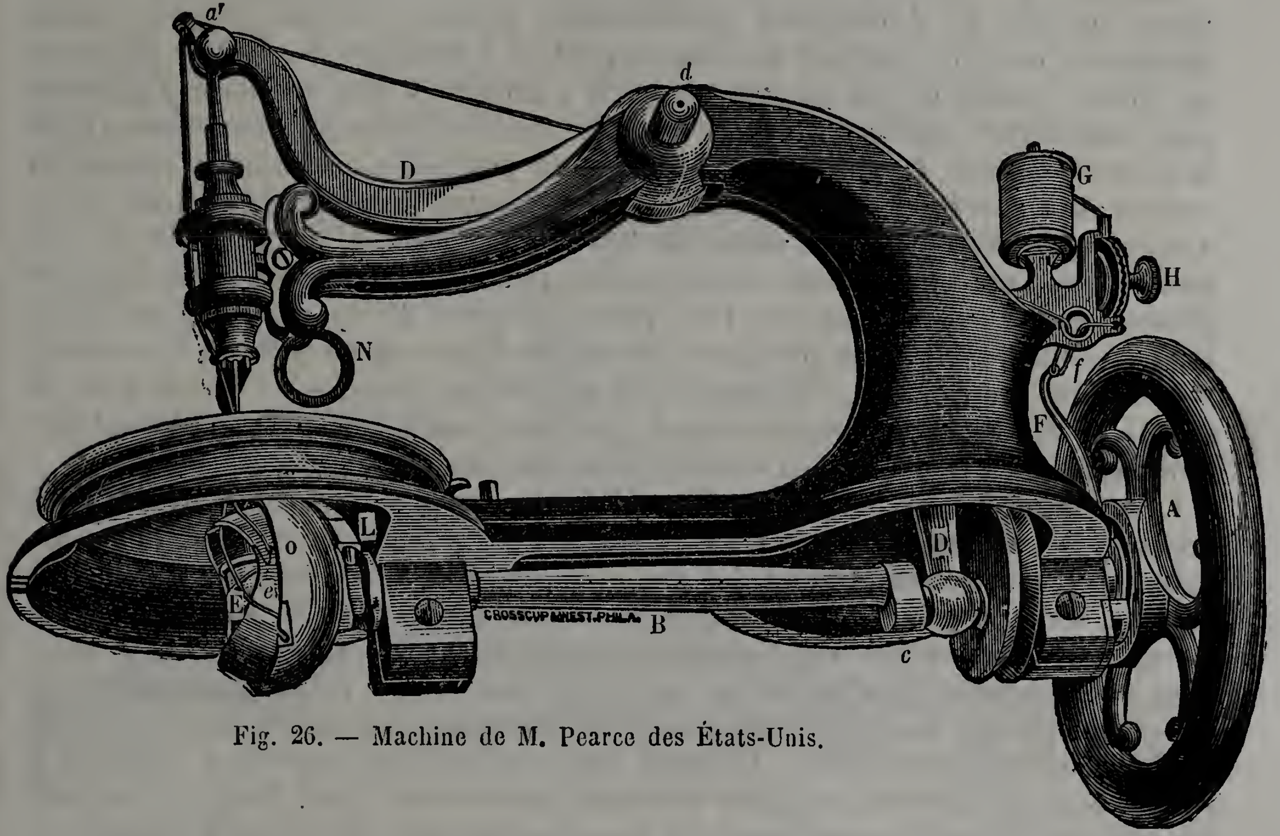


Fig. 26. — Machine de M. Pearce des États-Unis.

Le levier F, pour tirer la grande boucle du fil qui a enveloppé la cuvette, décrit, par le renvoi d'une came fixée sur l'arbre, un arc de cercle d'une amplitude suffisante pour tirer tout le fil et même serrer le point. L'entraînement se fait par une griffe placée sous la plaque de travail et commandée par un levier qu'on voit en L sur le dessin, conduit par une came placée entre le support et l'enveloppe. Le presse-étoffe reçoit un petit mouvement de soulèvement par le porte-aiguille sans nécessiter d'organes spéciaux ; on le soulève en appuyant seulement sur l'anneau N. Cette machine, comme les trois précédentes, est nouvelle. Nous n'avons donc pu voir comme résultat acquis que des échantillons de lingerie, d'ailleurs bien réussis ; ses mouvements sont fort doux. Elle est montée sur un plateau circulaire encastré dans la table, et son socle est combiné avec le bâti, de telle façon qu'on peut la présenter pour travailler en face d'un des côtés quelconques de cette table sans que le mouvement de la pédale ait besoin d'être modifié.

V. **Machines à entraînement spécial pour gros travaux.** — Dans les travaux de couture, tels que couvre-pieds, ouatage, bâches, tentes, etc., on emploie depuis une dixaine d'années déjà, dans un double but d'économie de temps et de régularité, des machines cousant à deux fils au point de chaînette double, et munies d'un plus ou moins grand nombre d'aiguilles dont chacune

fait un rang de couture; en espaçant ces aiguilles convenablement et en plaçant le tissu après les premières coutures, soit à angle droit, soit formant un angle quelconque par rapport à la première direction des coutures faites, on obtient un quadrillé en carré ou en losange, solide et d'un bon effet. L'une des applications les plus importantes qui furent faites, il y a déjà fort longtemps, avait rapport aux doublures des fonds de casquettes. Aujourd'hui un certain nombre de fabricants disposent de machines dans ce but, avec cinq, dix ou un plus grand nombre d'aiguilles pour coudre, soit au point de chaînette simple, soit au point de chaînette double.

Machine à couvre-pieds de M. Bouriquet. — Ce constructeur fait une machine spéciale de dimensions considérables et d'un système d'entraînement particulier pour le piquage des couvre-pieds. Le montage des couvre-pieds sur un châssis motive le bras énorme en porte à faux qu'il faut donner à la machine pour atteindre le milieu de la pièce à coudre que l'on retourne ensuite pour faire la seconde moitié. Le système de la machine peut être à chainette simple ou double ou à navette indifféremment; l'un ou l'autre point est également facile à obtenir, quelle que soit la saillie du bras de l'aiguille. L'entraînement a lieu ainsi : dans l'axe de l'aiguille est un tréteau portant une ouverture dans laquelle glissent deux guides à coulisse; l'un, placé en avant de la machine, est libre; l'autre, celui d'arrière, est pris dans une maille d'une chaîne galle ou Vaucanson, recevant un mouvement alternatif d'un engrenage placé sous la table de la machine, et qui est en communication avec une roue à rochet fonctionnant par une came spéciale fixée à l'extrémité de la machine.

Le cadre en bois sur lequel est monté le couvre-pied est percé d'un grand nombre de trous sur ses quatre faces, de telle sorte qu'en fixant deux trous des côtés opposés dans les goujons des guides à coulisses et mettant la machine en marche, tout l'appareil sera entraîné et la couture sera faite suivant la ligne qu'on aura voulu suivre; pour croiser les coutures, soit à angle droit, soit pour faire des losanges, il suffira de retourner le châssis et de placer deux des trous des côtés opposés dans les goujons des coulisses, suivant la ligne qui correspond au dessin qu'on veut obtenir. Ajoutons que le châssis est soutenu à droite et à gauche sur une table ou sur des tréteaux mobiles ou fixes. Enfin, pour faire des coutures parallèles plus ou moins espacées, les trous des côtés du cadre sont suffisamment rapprochés pour qu'en se servant de tous, ou de deux en deux, ou de trois en trois, on arrive facilement à satisfaire tous les besoins.

Machine pour le ouatage en pièce de MM. Hurtu et Hautin. — Cette machine est destinée spécialement pour coudre au point de chainette à deux fils les couvertures, les robes de chambre, les doublures de vêtement, et fabrique des ouatages en pièces que vendent en détail les magasins de nouveauté. On peut faire usage en même temps d'un assez grand nombre d'aiguilles qui donnent des coutures parallèles à des distances variables de 1, 2, 3, 4, 5 centimètres ou plus à volonté; on peut également faire des carrés ou des losanges de toutes dimensions. Sa vitesse est celle des autres machines, desquelles elle ne diffère sensiblement qu'en ce qui concerne l'entraînement, que montrent spécialement les figures 27 et 28.

La fig. 27 est une coupe transversale du chariot porte-tissu, dans laquelle on distinguera en *a* le col de cygne terminé par une tête creuse; *c*, l'arbre moteur, porte à son extrémité un plateau à rainure *h* conduisant le porte-aiguille *b* à une petite came *i* commandant la levée du pied de biche; à son autre extrémité sont deux cames donnant le mouvement aux arbres inférieurs *e* pour l'avancement du chariot, et *d* portant les crochets; ce dernier est doué d'un mouvement circulaire alternatif et d'un mouvement rectiligne alternatif

dans le sens de son axe ; *u* montre les guide-fils et V les étoiles de tension des fils du haut en bas.

La tige porte-aiguille *f* est terminée à sa partie inférieure par une barre horizontale *gg* à laquelle s'assemblent les têtes des aiguilles; elle est maintenue par deux guides *xx* qui coulissent dans les douilles *yy*. La tige du pied de biche placée derrière la tête est faite et fonctionne de la même manière; sa barre horizontale portant sur le tissu est découpée en une quantité d'autant de pieds de biche qu'il y a d'aiguilles, et leur correspond; enfin, l'arbre *d* porte également autant de crochets qu'il y a d'aiguilles et qui sont mis en rapport de telle sorte que, si l'on fait fonctionner la machine, on aura autant de lignes de couture qu'il y a d'aiguilles, soit dix, vingt ou trente. Il n'est pas nécessaire d'insister sur les organes servant à la couture; nous voulons montrer plus spécialement l'appareil d'entraînement combiné pour la confection des grandes pièces, telles que les couvertures, les doublures de vêtements, le ouatage en

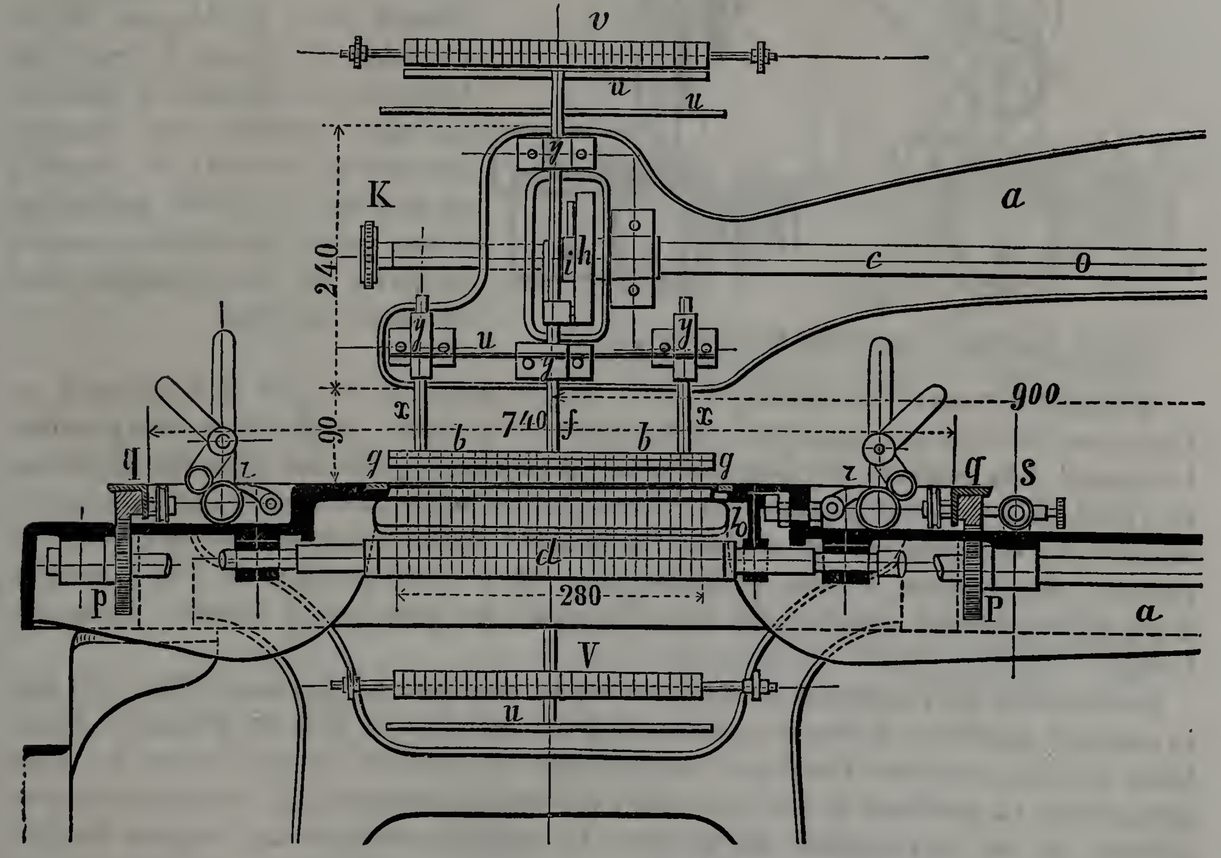


Fig. 27. — Machine à ouater de MM. Hurtu et Hautin.

pièces, etc. Le châssis est composé de quatre cornières *qq* assemblées, formant un rectangle plus ou moins grand et correspondant aux dimensions de la machine; puis, sous chacune des deux cornières des plus grands côtés, se trouve une crémaillère, et, à l'intérieur du châssis, sont placés sur une même ligne un certain nombre de galets mobiles à gorge triangulaire qui roulent sur une contre-partie de même forme fixée comme une tringle sur les bords du bâti de la machine. Le mouvement d'avancement de ce châssis, faisant fonction d'entraîneur, est donné aux crémaillères par deux pignons PP calés sur l'arbre *e*, qui est commandé par une roue d'entraînement, d'un système nouveau et spécial, combinée par M. Hurtu et placée à la droite de la machine; l'arbre *e* est muni d'un débrayage afin que, lorsque le châssis se trouve à une extrémité de la machine, on puisse en le poussant le conduire à l'autre extrémité.

Il nous reste à expliquer comment le tissu se place et se fixe au châssis mobile.

On remarque sur les fig. 27 et 28 deux rouleaux creux A parallèles aux longs côtés du châssis et montés à leurs extrémités sur la pointe d'une vis, fortement tenue aux cornières des petits côtés; ces deux rouleaux sont garnis de feutre ou de lisière et reçoivent le tissu à piquer K que l'on détire bien; pour éviter les plis, sur les deux extrémités de ce rouleau sont un rochet *m* et une poignée F sur laquelle est installée une équerre E articulée en *o* et portant un second tube aussi long que le précédent; sur son axe est un rochet *r* et une griffe; le tube A est muni de petites pointes destinées à maintenir solidement le tissu K. Si l'on abaisse le bras E, le tube A appuiera fortement sur celui A et sera maintenu dans cette position par le cliquet S du rochet *r*; lorsque les choses sont en cet état des deux côtés, il reste à donner au tissu une tension convenable. Pour cela, on inclinera vers l'extérieur de la machine le bras F qui fait tourner le cylindre A jusqu'à ce que l'étoffe soit tendue comme on le veut; le cliquet *t* et la roue à rochet maintiendront cette disposition jusqu'à ce qu'on ait à la changer pour déplacer le tissu.

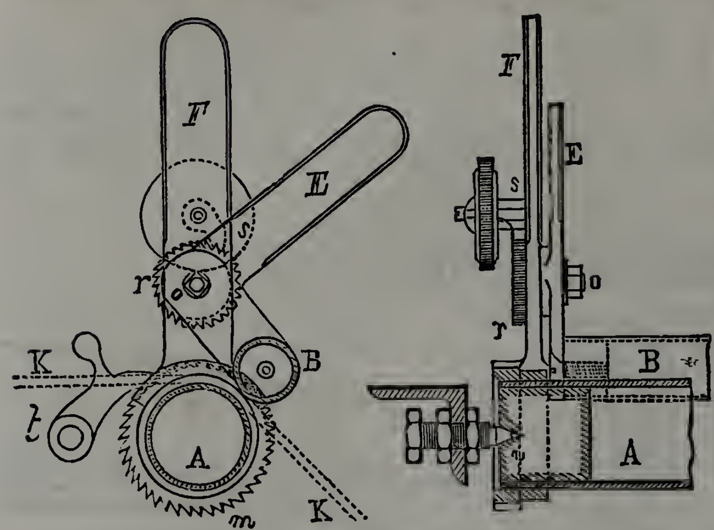


Fig. 28. — Appareil à fixer le tissu.

Machine à coudre les voiles, bâches, tentes, prélarts, etc., de M. Coignard. — Cette machine, d'une construction spéciale et rustique, est destinée tout particulièrement à la couture des grosses toiles et trouve son emploi dans les arsenaux de l'État, dans les compagnies maritimes qui confectionnent leurs voiles, dans les ateliers de chemins de fer et dans les grands établissements spéciaux pour la couture des bâches, tentes, prélarts, etc., etc., enfin partout où l'on a besoin d'un entraînement capable de faire mouvoir de grandes et lourdes pièces de tissu.

L'ensemble de l'appareil se compose de la machine proprement dite, qui fait la couture double à distance variable à point de navette. Elle est précédée d'une table d'avant recevant l'une des toiles avant la couture ou les divers lés déjà assemblés; le nouveau lé que l'on coud est enroulé au pied de la machine et se déroule au fur et à mesure des besoins. La table d'arrière a une largeur double et reçoit avec les toiles cousues l'appareil d'entraînement; l'ensemble peut avoir 10, 20 et même 30 mètres de longueur. Le système d'entraînement spécial par roue à rochet et cliquet fait mouvoir trois ou quatre chaînes galles sur lesquelles sont fixées des griffes qui pincent la toile et la tirent.

Les coutures peuvent être faites avec de la ficelle goudronnée, sans aucune altération dans les toiles même les plus dures ou enduites et dans le cuir, car la ficelle de la navette est roulée sur un rouleau tendeur et s'écoule par un œillet mobile à frottement très-doux, sans produire aucun éraillement. La machine est établie et réglée pour faire de 150 à 200 points à la minute; celle qui a été installée aux ateliers des Messageries maritimes de la Ciotat a fait l'année dernière une moyenne de 305 mètres de couture double par journée de dix heures de travail; elle est conduite seulement par deux ouvrières, et le prix par mètre de couture double, compris amortissement et frais généraux, ne s'élève pas à plus de 3 centimes, au lieu de 15 centimes que coûte au minimum, par mètre de longueur, la couture faite à la main.

Des expériences ont été faites à la Ciotat sur la solidité des coutures de voiles, de la machine de M. Coignard, comparées à celles faites à la main. Ces dernières ont été arrachées, déchiquetées, sans que celles faites à la machine aient subi la moindre altération sous les mêmes efforts. Autrefois, la couture des voiles, tentes, bâches, se faisait par un point de zigzag sur le bord de la toile, la machine Coignard le remplace par une double couture : la première est à 4 millimètres environ du bord de la toile, la seconde est à 5, 10, 20, 30

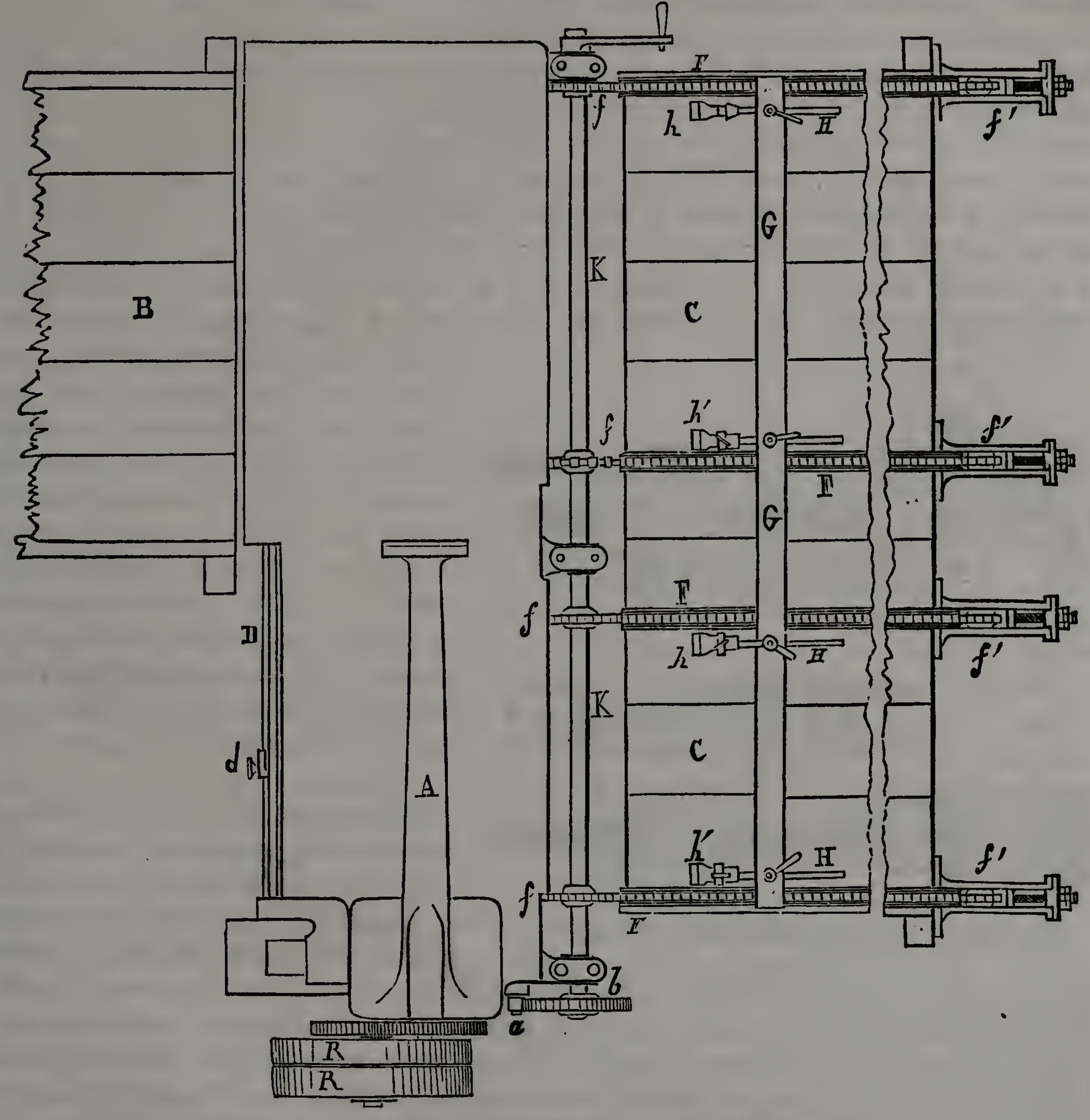


Fig. 29. — Machine à coudre les voiles de M. Coignard.

ou 40 millimètres de la précédente; cette distance se règle selon le travail à faire. L'une des aiguilles peut se déplacer à droite ou à gauche à volonté, c'est-à-dire se rapproche ou s'éloigne de l'aiguille fixe en tournant simplement une vis.

La navette qui fonctionne avec l'aiguille mobile est installée pour suivre l'aiguille dans la position qu'on lui donne. Ce résultat est obtenu au moyen d'un châssis sur lequel est fixé le porte-navette coulissant à queue d'aronde, à la manière des porte-outils des chariots de tours, par le mouvement d'une vis. Des repères servent à mettre en rapport l'aiguille et la navette mobiles sans tâtonnements. Le tirage des fils et ficelles goudronnés pénétrant des toiles dures et serrées, nécessite des moyens spéciaux et efficaces qu'on ne trouve pas dans les machines à coudre ordinaires. Le serrage du point se fait ici par une solide

branche d'arrêt, ou levier articulé en un point de sa longueur, muni de petites poulies à une de ses extrémités pour le passage du fil, et à l'autre extrémité fixé à une bielle attachée à un ressort très-énergique.

Nous décrivons avec plus de détails sur les fig. 29 et 30 la partie importante de la machine Coignard, celle qui a rapport à l'entraînement. Un peu au-dessus du niveau de la table de la machine est un arbre K longeant cette table, et à son extrémité, du côté des poulies de commande R, est fixée une roue à linguets *b*, munie sur sa circonférence d'un grand nombre de petites dents; le mouvement est donné à cette roue par les linguets *a* attachés à l'extrémité d'une bielle, dont l'autre extrémité porte un galet sur lequel agit une came montée sur l'arbre des poulies; un fort ressort oblige le galet à suivre constamment la came; on peut à volonté allonger ou raccourcir le point en faisant varier la course de la bielle. Cet arbre K à mouvement alternatif est utilisé pour l'entraînement. La machine à coudre A est munie de ses deux aiguilles, et précédée à son niveau de la table en bois B, dont la longueur est celle des toiles à coudre et la largeur celle d'un lé; C, autre table à droite, d'une grande longueur et d'une largeur double de la précédente. Un guide à deux compartiments mobiles se place sur la table de la machine, un peu en avant de l'aiguille, pour régulariser le croisement des toiles afin d'avoir des coutures à égale distance des bords. L'une des toiles se place sur la table B et l'autre est simplement posée à terre ou roulée sur un rouleau; elle arrive au niveau de la table, entre deux axes fixes dont l'un D est muni d'un guide *d* qui maintient la toile.

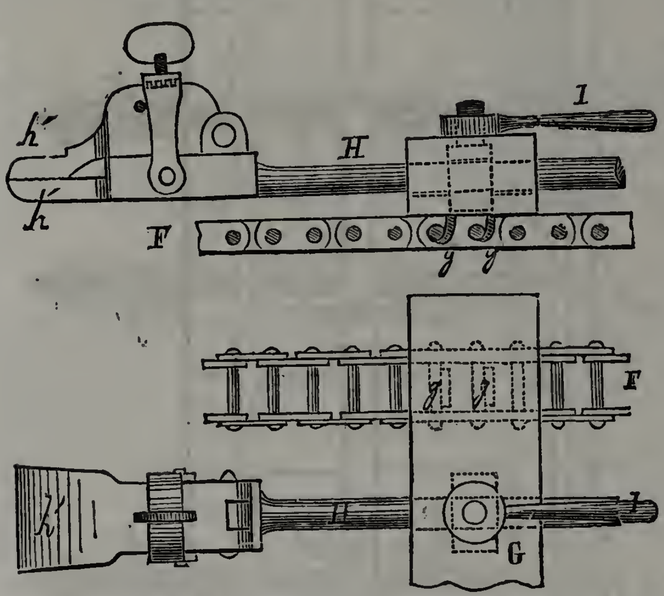


Fig. 30. — Pince pour l'entraînement.

Entraînement. — L'arbre K, à mouvement alternatif pendant la levée des aiguilles, porte trois ou quatre petites roues d'engrenage *ff*, sur lesquelles des chaînes galle FF prennent leur mouvement et glissent dans des rainures garnies de fer qui affleurent la table; quatre poulies semblables *f'f'*, munies de tendeurs f^3 portent à l'arrière les mêmes chaînes. Transversalement est une barre de fer G dans toute la largeur de la table; elle est accrochée à chaque chaîne par deux crochets en fer *gg*; en différents points de cette barre sont quatre, huit ou dix trous dans lesquels peuvent entrer les tiges H des pinces *h'h'* (fig. 29); on les fixe solidement en pratiquant verticalement dans la barre des trous rectangulaires, dans lesquels on place des pièces de même forme percées d'un trou rond correspondant à ceux de la barre. Cette pièce est terminée en dessus par une tige filetée et un écrou à queue I. Lorsque la tige H de la pince est placée, en tournant l'écrou I, on obtiendra un serrage très-énergique. Quand un certain nombre de pinces tiennent entre leurs mâchoires à dents fortement serrées l'extrémité de la toile cousue, les tiges des pinces étant fortement fixées et la barre mise en place, si l'on met la machine en marche, l'arbre K donnera aux chaînes un mouvement d'avancement saccadé; puis la barre, les pinces et la toile réunies par les pièces rigides décrites ci-dessus participeront à ce mouvement d'entraînement dont la parfaite régularité permet d'obtenir une couture fort bien faite et des points de même longueur.

VI. **Machines à broder.** — Les machines à broder sont peut-être celles dans lesquelles nous trouvons le moins de perfectionnements réalisés depuis l'Exposition de 1867, nous avons, en effet, à cette époque, cité la machine de M. Bonnaz, munie d'un entraîneur universel faisant le point de chaînette, fonctionnant pratiquement et déjà en état d'entrer dans la manufacture, nous dirons plus loin le chemin qu'elle a parcouru pendant ces dix dernières années. Une autre machine, celle de M. Hugand, faisait à cette époque, non-seulement le point de chaînette, mais encore et à la fois plusieurs rangs distancés; puis des enlacements de fils, laines ou soies cousus par une ou plusieurs coutures avec des fils de couleurs donnaient des ensembles imitant la passementerie et la frange. Enfin, avec la machine Grower et Baker faisant la chaînette à deux fils, on obtenait, en employant de belles matières, une broderie de luxe.

L'Exposition de 1878 comptait divers exposants en machines à broder. M. Bonnaz, M. Cornély, MM. Hurtu et Hautin pour la France, la société Janus de Belgique et M. Mason des Etats-Unis.

Machine à broder de M. Bonnaz. — Cet inventeur est un des rares protégés du succès et l'un des plus heureux que nous connaissions; comme beaucoup d'autres, il a eu ses heures de luttes : plus d'une fois dans des moments de dépit de ne pouvoir arriver au résultat qu'il cherchait, il fut tenté d'abandonner son œuvre, mais chaque fois aussi son courage ébranlé reprenait le dessus et le jour du succès est venu pour lui, il a été et est encore durable.

La machine à broder dite « Brodeuse Bonnaz » est compliquée; son bon fonctionnement exige une fabrication extrêmement précise et soignée et c'est grâce à cette condition essentielle qu'aucun étranger n'en a entrepris la fabrication; en Angleterre, à Londres et à Manchester, plusieurs manufactures en ont chacune plus de deux cent cinquante occupées à la broderie d'objets de toilette pour l'exportation. En Amérique, un grand nombre y fonctionne; en Allemagne plusieurs milliers, et en France, les manufactures de broderie pour rideaux et objets de toilette confectionnés les comptent en très-grand nombre. Ajoutons que rarement on a pu satisfaire toutes les demandes, depuis dix ans que le succès dure sans ralentissement.

M. Bonnaz a apporté divers perfectionnements aux machines qu'il fabrique en ce moment; il a amélioré les mouvements de commande de l'accrocheur, appliqué un nouveau débrayage très-doux et cependant suffisant pour la marche de la machine, monté les aiguilles plus commodément et empêché l'étoffe de plisser près de l'aiguille. Il expose, en outre, une machine à plusieurs aiguilles à festonner faisant trois ou quatre rangs de chaînettes reliées entre elles et permettant de couper le tissu au bord du feston; puis, une machine à broder à deux fils et deux aiguilles à entraînement universel; l'emploi de fils ou laines de couleurs différentes rend cette machine intéressante. Sa fabrication n'a pas été sans présenter des difficultés à cause du mouvement à donner à un lourd porte-bobine, tournant tantôt à droite, tantôt à gauche et devant se déplacer avec une très-grande rapidité; les difficultés ont été vaincues en remplaçant le mouvement rigide par un mouvement élastique dans lequel l'inertie est détruite et la couture rapide rendue possible.

M. Cornély, jusqu'en ces derniers temps, constructeur autorisé de la machine Bonnaz, en expose plusieurs : d'abord une machine à chaînette à entraînement universel, puis une autre machine pour faire spécialement le feston avec trois aiguilles et un seul fil faisant trois chaînettes barrées se touchant.

Machine à broder de MM. Hurtu et Hautin. — Ces fabricants exposent une machine à broder monumentale, d'un mètre carré sur le sol et deux mètres de

hauteur. Elle est suspendue par le haut et destinée à coudre sur de grandes pièces enroulées, mais laissant à découvert un espace d'environ 0,60 sur 0,60. Les quatre côtés sont fixés sur un châssis immobile et la tête de la machine parvient aux deux tiers environ de l'espace à coudre, le tissu s'appuie sur une petite plaque recouvrant les mouvements du dessous, le bras de dessus conduit l'aiguille et est munie des organes qu'on trouve dans les machines ordinaires. Le déplacement de la machine, pour suivre les contours des dessins à broder, a lieu en faisant mouvoir la tête par une poignée à main ou en tournant une petite manivelle placée à portée de la main de l'ouvrière. Ainsi, au lieu de déplacer le tissu comme dans le type des machines à entraînement universel, c'est la machine qui se déplace et suit le dessin. On conçoit tout l'attirail des mouvements nécessaires pour le fonctionnement de cette machine et pour son déplacement. L'exécution est soignée, et une ouvrière habile nous a mis à même d'en constater les excellents résultats. La facilité de coudre soit au point de navette pour les applications de tulle et autres tissus légers, soit au point de chaînette en dessus pour les broderies ordinaires est un avantage offert aux manufacturiers.

Machines de la Société Janus à Bruxelles. — Cette maison construit depuis quelques années des machines à broder copiées sur le couso-brodeur Bonnaz et qu'elle expose en plusieurs grandeurs. Quelques-unes sont munies d'appareils spéciaux permettant d'obtenir des effets variés en facilitant certains ouvrages. L'une d'elles porte un petit appareil qui coupe le fil rapidement et sans tâtonner; il trouve son utilité surtout lorsque la broderie se compose de petits dessins isolés. L'une des plus intéressantes machines de cette exposition est, sans contredit, celle à broder et à soutacher, elle est munie d'un appareil spécial amenant la soutache et la présentant pour être cousue sur l'étoffe avec la plus grande facilité et en suivant les dessins les plus variés. La bobine à soutache est placée au dessus de la machine, elle est très-grande et peut contenir 350 à 400 mètres de soutache ou un liseré très large. La soutache descend dans le porte-crochet qui est creux, et est posée sous les yeux de l'ouvrière qui dirige les mouvements de sa machine et lui fait suivre le dessin avec toute la régularité voulue. Ce système de soutachage est dû à un mécanicien français fort habile et très-expérimenté sur tout ce qui touche à la broderie, M. Deshayes, qui depuis plusieurs années habite Manchester où il est en rapport avec les plus considérables manufactures de broderie.

Une autre machine exécute la piqûre en dessus sur la soutache, elle coud avec une aiguille en dessus et un crochet en dessous avec entraînement universel déplaçant en même temps que la griffe, l'aiguille et le crochet. Un petit appareil ajouté aux machines permet de découper le tissu près de la couture en même temps et parallèlement aussi bien que le feraient des ciseaux; cet appareil est formé d'un couteau dont la pointe est appliquée sur le tissu soulevé par une petite pièce, ce qui donne une coupe très-nette. L'étoffe est entre cette pièce et l'entraîneur; cette disposition est surtout précieuse pour la broderie appliquée, mais elle n'est pas applicable à tous dessins et ne convient guère qu'aux festons ou ondulations.

Machine à festonner. — Cette machine exécute un point de feston avec un seul fil analogue à celui que produit la main; elle a, en dessous, une aiguille avec le fil, puis deux porteurs de fil l'un en dessous qui prend la boucle et la porte de la largeur du feston; celui du dessus prend aussi le fil et l'apporte en face sous forme de boucle, dans laquelle descend un crochet vertical qui prend le fil de dessous et fait un point de chaînette, puis l'aiguille redescend pour former un autre point et ainsi de suite.

Appareils à broder et à soutacher de M. Mason. — Ce petit appareil, exposé dans la section des Etats-Unis, est une sorte de guide pouvant s'appliquer facilement à toutes les machines à coudre au point de navette ou même à chaînette à entraînement en dessous et cousant avec une aiguille et non un crochet. Ces conditions sont essentielles pour l'installation de l'appareil. Son but est de distribuer un troisième fil ou cordonnet, de telle façon que celui-ci dépasse la couture et forme une broderie de chaque côté de la piqûre qui le retient cousu à l'étoffe en dessus. Cet appareil peut surtout rendre des services étant ajouté aux machines à coudre au point de navette, qui ne peuvent par elles-mêmes faire aucune broderie. Il est formé d'une tige verticale A fixée au presseur B et portant à sa partie inférieure un châssis C reposant près de la plaque. (La griffe d'entraînement est placée sous la machine).

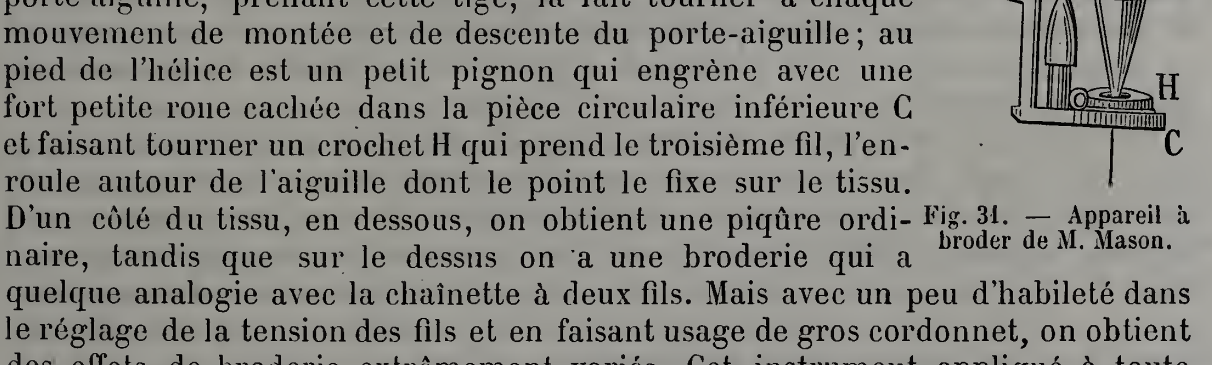


Fig. 31. — Appareil à broder de M. Mason.

Sur ce châssis repose une tringle D contournée en hélice tournant en haut dans un axe E, un collier F fixé au bas du porte-aiguille, prenant cette tige, la fait tourner à chaque mouvement de montée et de descente du porte-aiguille; au pied de l'hélice est un petit pignon qui engrène avec une fort petite roue cachée dans la pièce circulaire inférieure C et faisant tourner un crochet H qui prend le troisième fil, l'enroule autour de l'aiguille dont le point le fixe sur le tissu. D'un côté du tissu, en dessous, on obtient une piqûre ordinaire, tandis que sur le dessus on a une broderie qui a quelque analogie avec la chaînette à deux fils. Mais avec un peu d'habileté dans le réglage de la tension des fils et en faisant usage de gros cordonnet, on obtient des effets de broderie extrêmement variés. Cet instrument appliqué à toute machine à entraînement droit ne peut suivre que les contours que l'entraînement est susceptible de produire.

Machine universelle à coudre, à broder et à soutacher de M. Mason. — Cette machine est à aiguille et navette ordinaires, mais elle possède un entraîneur rond et denté en dessous doué d'un mouvement dit universel; c'est-à-dire qu'il entraîne dans tous les sens par une transmission commandée par une petite manivelle placée à portée de la main, en même temps que le presseur est mobile dans le même sens et par le même mouvement, de sorte qu'il suffit de faire mouvoir la manivelle dans le sens voulu pour déplacer le tissu et lui faire suivre les contours les plus accidentés et les plus irréguliers, ainsi qu'on le pratique depuis quinze ans avec la machine Bonnaz; l'appareil brodeur étant adapté à cette machine sans que ni l'aiguille, ni la navette ne modifient en rien leur mouvement et leur direction, on obtiendra, en faisant fonctionner la machine, et en conduisant convenablement la manivelle de l'entraînement, une broderie suivant le dessin qu'on aura tracé à l'avance.

Cette machine, bien que ne présentant en elle-même aucun élément nouveau, fait voir une application de l'appareil brodeur Mason. Le réglage du point se fait aisément comme dans toute bonne machine.

VII. **Machines à coudre les tresses de paille pour chapeaux.** — Elles sont exposées par MM. Cornély, Symons, Manquat, Leduc et Legat. Les machines de MM. Cornély et Simons sont sans aucune modification; l'une, la machine à point de chaînette simple connue sous le nom de Willecox et Gibb dont on allonge le point à la longueur voulue, coud les tresses en faisant la piqûre en dessus du chapeau et montre en dessous une chaînette fort allongée

c'est-à-dire un double fil. Un guide spécial est la seule pièce ajoutée à la machine Willecox. Un peu avant l'aiguille est une lame sous laquelle passe la tresse et au-dessus, la partie déjà cousue sur laquelle appuie le presse-étoffe. Enfin, une lame verticale mobile contre laquelle appuie la dernière tresse déjà cousue en règle le recouvrement. La seconde machine fait également un point de chaînette à un fil.

La machine de M. Manquat est du type à chaînette à un fil, elle a un crochet double qui se meut verticalement à la place et comme l'aiguille ordinaire; la bobine de fil est placée sous la machine ainsi qu'un crochet mobile et un accrocheur. Ces organes fonctionnent ainsi : le double crochet descend prendre le fil qu'un accrocheur mobile lui présente, il l'élève au-dessus de la table, le pose en double sur une tige horizontale qui le porte un peu de côté pendant que se produit un très-petit mouvement d'avancement; le crochet repique avec son fil entraîné par le deuxième crochet pendant que la tige en se retirant dépose le fil sur la tresse, le fil est pris en dessus par un autre crochet mobile. Puis le double crochet remonte sans fil pour permettre au grand entraînement de se faire, il descend ensuite reprendre son fil et le mouvement se continue; le point obtenu ainsi est une piqûre sur le dessus des tresses et une chaînette en dessous, mais avec un fil double sur le dessus et en dessous un troisième fil qui suit la chaînette.

Un seul guide ordinaire de machine à coudre, dit guide à coudre droit, règle le recouvrement des tresses. Les mouvements d'entraînement sont donnés par une griffe ordinaire fonctionnant sous la machine. Tous les mouvements sont obtenus par des rainures creusées sur des cylindres fixés sur l'arbre moteur. Dans les trois machines décrites ci-dessus la couture du chapeau est commencée par le bouton, c'est-à-dire par le milieu du fond, continuée par le côté et finie par le bord qu'on fait plus ou moins large.

La machine de M. Leduc est différente des précédentes en ce qu'elle coud au point de navette; elle a l'aspect d'une machine ordinaire, mais ses mouvements inférieurs sont logés dans un cylindre sur la surface courbe duquel se fait la couture. Si la machine ne présente rien de particulier, un guide spécial a un intérêt très-grand, il présente la tresse à coudre à l'aiguille, de telle manière que celle-ci la pique sur son épaisseur sans la traverser, de sorte que le point ne se voit pas en dessus, la piqûre ayant lieu sous la tresse à coudre et l'autre sur la tresse déjà cousue. Un autre guide sert à régler le recouvrement des tresses. La couture ne se commence pas par le bouton comme précédemment, mais par les bords; à cet effet, on attache à un cercle en cuivre une couronne de toile à laquelle on coud une tresse, sur celle-ci la machine continue le travail du bord, puis du côté et ensuite du dessus; on s'arrête aux derniers rangs pour finir le bouton à la main.

Machine de M. Legat, ingénieur à Paris.—M. Legat n'a pas suivi les sentiers battus par ses prédécesseurs, il n'a pas cherché, dans l'arsenal des mouvements usités dans les machines à coudre, de quoi faire un point de chaînette ou de navette plus ou moins propre à la couture des tresses de paille pour en opérer la réunion. Il a abordé la question à traiter sans se préoccuper des précédents, et, en mécanicien habile, il l'a résolue d'une façon aussi originale que satisfaisante. La machine qu'il expose est conçue et exécutée spécialement pour la couture des chapeaux en tresse de paille ou autres matières similaires, elle réalise avec un seul fil une couture à points noués, distancés, d'une grande solidité; elle permet de faire des points aussi petits que possible en dessus de l'ouvrage et de la longueur convenable à l'intérieur du chapeau; elle coud toutes espèces de tresses, depuis les pailles les plus grosses jusqu'aux tresses de riz les plus fines

et, commençant le chapeau par le fond comme cela se fait dans le travail à la main, on peut exécuter les formes les plus variées et satisfaire ainsi à toutes les exigences de la mode.

Les fig. 32, 33 et 34 sont diverses vues qui permettront de faire facilement comprendre le système et le fonctionnement de la machine. Cinq organes principaux animés de mouvements variés spéciaux concourent à la formation de la couture. Ce sont : la navette A, l'aiguille B, l'accrocheur C, l'entraîneur et le tendeur F.

Chacun de ces organes est commandé par une came simple ou multiple G,H, I,J,K, au moyen de leviers intermédiaires L,M,N,O,P en rapport avec les dites cames montées sur l'arbre Q de la machine. Cet arbre reçoit son mouvement de rotation de celui du volant R commandé par la pédale S ou par force motrice à l'aide d'une petite disposition spéciale L'entraîneur circulaire, placé vers le haut de la plaque de tête T derrière et tout près du canal d'aiguilles, a son mouvement disposé de telle sorte qu'en tournant l'écrou moleté U, on déplace l'articulation du levier intermédiaire O et on modifie la longueur du long point seulement visible dessous, qui sépare ou distance les petits points de dessus; ce déplacement modifie en même temps et proportionnellement, comme il convient, le petit point.

On peut, en tournant l'écrou moleté V, déplacer longitudinalement la came J et faire ainsi varier le petit point de dessus indépendamment de celui de dessous, si on le juge convenable pour la nature de la tresse, ce qui est d'un grand intérêt pour le travail. La saillie des tiges centrales des écrous U et V peut donner l'indication de la longueur des points. Le porte navette X à branches élastiques articulées permet à la navette de traverser la boucle, sans jamais retenir ni gêner le fil au passage.

Le porte-aiguille Y se termine par une tête disposée pour qu'on puisse déplacer l'aiguille parallèlement à elle-même, et aussi la faire tourner sur elle-même de manière à en rendre la pose simple et facile. Un guide principal unique, pouvant servir pour toutes les dimensions de tresses et disposé pour être réglé facilement au moyen d'une vis Z, peut, pendant la marche, être mû par une pédale s'il devient nécessaire de varier le recouvrement des tresses.

Nous allons indiquer maintenant comment la couture s'obtient. La machine étant en place sur sa table fig. 33 et le couvercle de tête *a* ouvert pour montrer les mouvements, supposons le bout du fil, sortant de la navette, passé dans l'encoche ménagée dans la plaque d'aiguille *b* et entre les petits plateaux élastiques du pince-fil *c* pour le retenir. Plaçons une tresse simple ou double sous les presseurs *d e* contre le guide et examinons comment les choses se passent en faisant tourner la machine. L'aiguille à crochet traverse la paille pour aller prendre le fil que lui amène l'accrocheur, elle remonte le fil en double au-dessus de l'ouvrage, le tendeur le pousse du côté opposé à l'ouverture des crochets pour qu'il n'en puisse sortir quand elle redescend. Pendant que l'aiguille est au haut de sa course, l'avancement se produit pour le petit point et aussitôt après l'aiguille repique le fil double dans l'ouvrage, l'y descend assez bas et remonte légèrement pour former une boucle; à ce moment, la navette s'engage dans cette boucle et la traverse en dégageant le fil des crochets de l'aiguille, qui, alors, peut remonter librement et à vide au-dessus de l'ouvrage pendant que la navette serre le point et donne du fil à la demande de l'avancement du grand point inférieur, qui doit également se faire pendant que l'aiguille est au-dessus de l'ouvrage. L'aiguille retourne prendre son fil et les points se succèdent ainsi avec rapidité et régularité.

Quand on confectionne un chapeau, le couvercle doit être fermé et maintenu par un bouton à ressort *g* sur lequel il suffit d'appuyer légèrement pour l'ou-

vrir. Deux plaques à coulisse *hh* peuvent se joindre de façon à former table devant l'aiguille, si on le préfère pour les fonds et bords plats; sinon on peut les écarter de façon à dégager complétement la tête de machine pour coudre les chapeaux de forme quelconque, et pour cela on procède ainsi : la tresse est



Fig. 32. — Machine à coudre les tresses de paille.

de préférence enroulée sur une sorte de grosse bobine *i* tournant librement sur un axe; son extrémité, est saisie par l'ouvrière pour faire à la main le bouton au centre du fond du chapeau (à cet effet, M. Legat a imaginé un petit appareil fort simple pour cintrer facilement les tresses les plus rebelles). Une fois le bouton préparé, on l'engage sous les guides et presseurs convenablement réglés pour le recouvrement qu'on veut donner à la tresse. A ce moment on met la machine en marche; il suffit alors de maintenir la tresse déjà cousue au contact des guides et de l'incliner plus ou moins, pour obtenir le chapeau à la

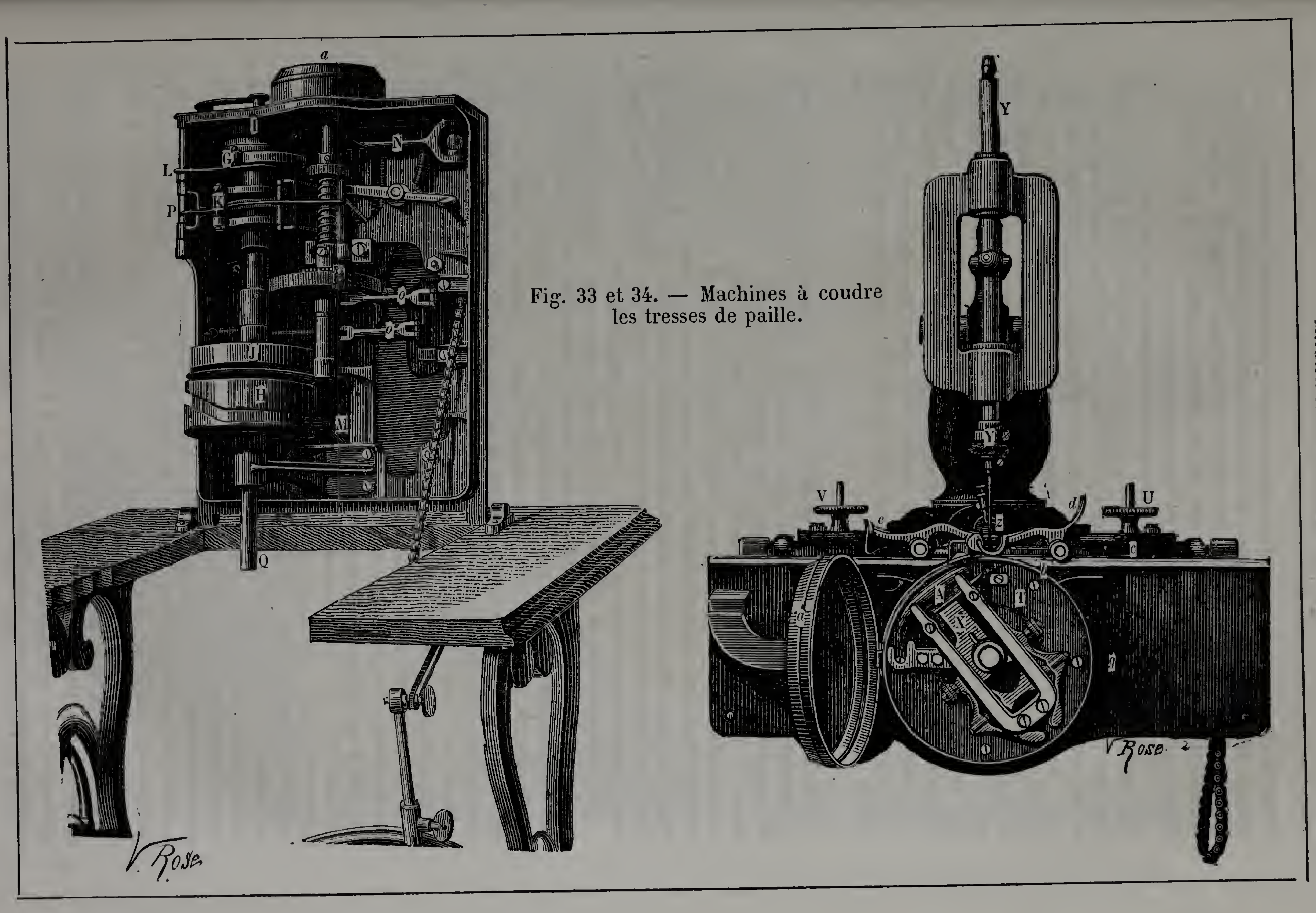


Fig. 33 et 34. — Machines à coudre les tresses de paille.

forme et de la grandeur voulues, et cela avec une rapidité et une perfection que ne saurait donner la main des premières ouvrières et qui, d'après les fabricants les plus autorisés, ne laisse rien à désirer sous le double rapport de la rapidité d'exécution et de la beauté du travail; l'économie du fil que cette machine procure sur le travail à la main est considérable.

Les chapeaux peuvent ainsi être cousus aussi fermes et réguliers que cela est nécessaire, et par suite peuvent être apprêtés plus facilement et aussi plus économiquement. Certaines pailles peuvent même ne pas être apprêtées du tout et donnent ainsi, par leur apprêt naturel, le plus beau cachet au fini du chapeau. L'examen attentif de cette machine permet de constater qu'elle est parfaitement étudiée et bien exécutée; ses mouvements sont intéressants et heureusement combinés et les organes qui les produisent disposés et groupés avec soin de manière à pouvoir être facilement réglés, l'entretien et le graissage qui assurent le bon fonctionnement, peuvent être faits facilement par l'ouvrière elle-même. Cette machine amenée d'un seul jet à l'état où elle se trouve actuellement est un fait assez rare et qui fait honneur à son habile et consciencieux auteur. Nous la croyons en état de rendre de nombreux services à l'industrie des chapeaux de paille.

VIII. **Machines à coudre les gants.** — Depuis longtemps déjà, on s'occupe de la couture des gants par la machine à coudre; l'un des premiers inventeurs est certainement M. Perrare Michal qui cherchait, dès 1855, à faire un point de surjet tel que l'ouvrière l'exécute à la main; c'était une fausse direction donnée à son travail, car le tirage d'une longue aiguillée de fil ne permettait pas une couture régulière, ni une rapidité plus grande que le travail à la main; sa machine était munie d'un entraîneur mobile produisant le déplacement de l'étoffe et faisant un point de surjet. Ce déplacement fut employé plus tard pour obtenir le point en zig-zag, dit point de chausson.

Plus tard, en 1860, M. Perrare se fit bréveter pour une machine cousant au point de surjet avec une aiguille et une navette, l'aiguille fonctionnait horizontalement. La navette avait deux mouvements, l'un longitudinal, qui la faisait passer dans la boucle du fil; puis un autre, perpendiculaire au premier, après lequel elle revenait en passant derrière le fil de l'aiguille qui s'était retiré. On obtenait ainsi un point de surjet sur l'épaisseur de l'étoffe.

En 1865, il construisait sur de nouvelles bases une machine à surjet; elle n'était pas spécialement destinée à coudre les gants, mais ses organes intéressants méritent une description. La couture est faite par une aiguille et une navette dont les mouvements combinés exécutent le point de surjet. L'aiguille est fixée à un porte-aiguille et fonctionne verticalement. La glissière, ou chariot de la navette, de forme circulaire, est articulée au bâti de la machine et une came cylindrique lui donne ses mouvements oscillants alternatifs et intermittents. La navette à deux pointes est placée dans ce châssis, le point de surjet se commence comme dans les machines ordinaires, mais la navette, après avoir traversé la boucle du fil de l'aiguille, est, par un mouvement oscillant du chariot, transportée par dessus le bord de la couture, de façon que dans son mouvement de retour, sa deuxième pointe saisisse à nouveau le fil de l'aiguille lorsque celle-ci est entièrement dégagée de l'étoffe; ensuite le chariot repassant par dessus le bord de l'étoffe en couture revient à sa position première pour attendre une nouvelle boucle de l'aiguille et ainsi de suite.

Cette machine était également munie d'un nouveau système d'entraînement appelé transporteur à pinces et formé de deux *pièces rigides* assemblées *solidairement*, soit par une *seule coulisse*, soit à la façon *d'une pince ordinaire*, c'est-à-dire par un seul *axe* ou *pivot*, *un ressort maintient cette espèce de pince*

fermée. L'appareil fonctionne par une commande à double effet pour chacun de ses deux mouvements, ouvrir et fermer, avancer et reculer. Sans nous étendre ici sur les différents organes de couture et sur le fonctionnement complet de la machine de M. Perrare Michal, nous devons ajouter que l'entraînement à pince, tel qu'il l'a conçu et décrit, est un organe destiné à rendre les meilleurs services pour la couture des gants où il est indispensable d'éviter tout embu et toutes maculatures.

C'est à partir de la fin de l'année 1866 que sont venues de l'étranger, notamment du Danemark, les divers types de machines à coudre les gants, soit à navette, soit à chaînette, pouvant faire un travail pratique, mais non pas des plus fins. Le type à navette brévеté en Danemark le 12 novembre 1866 est dû à M. Henriksen et fut exposé en 1867 à la section danoise. Ses principaux organes étaient une aiguille, une navette et un bras surjetteur, son entraînement était à pinces et sa couture le point de surjet. L'aiguille, placée à l'extrémité d'une tige recourbée, agit horizontalement par devant la machine; la navette en forme d'S a un mouvement circulaire dans le plan vertical de l'aiguille et forme avec elle le point de navette modifié par un bras surjetteur, lequel prend le fil de la navette quand celle-ci est au haut de sa course et l'aiguille hors du tissu, l'apporte en avant pour être fixé par l'aiguille dont la pointe pénètre en même temps que la navette est descendue; l'aiguille continue à entrer et forme sa boucle dans laquelle la navette, en remontant, passe comme dans les machines à coudre et arrête le fil qui a été passé sur l'épaisseur de la peau et forme le point de surjet. Le travail se continue de la même manière.

A la fin de 1868, M. Demant à Odense s'est occupé d'une machine à coudre les gants, et, au commencement de l'année 1869, parut la machine de MM. Rudolph et Haberkorn de Berlin ; elle cousait au point de chaînette double à surjet, ses organes étaient une aiguille horizontale, un crochet en forme de faucille monté sur un axe vertical tournant et une aiguille verticale porte-fil ayant la forme d'un poinçon avec un œil près de la pointe et un creux au-dessus de cet œil. Le point se fait ainsi: l'aiguille horizontale, après avoir pénétré dans le tissu, forme une boucle dans laquelle s'engage la pointe du crochet qui la retient ouverte dans le plan horizontal, à ce moment l'aiguille verticale descend, passe son fil dans la boucle ouverte par le crochet circulaire qui se retire ensuite en abandonnant le fil de l'aiguille. Celui-ci se serre au-dessus du creux de l'aiguille verticale qui reste immobile jusqu'à ce que l'aiguille soit revenue et engagée entre le fil et l'évidure du porte-fil qui se retire alors. L'aiguille horizontale achève sa course et forme par son retour une nouvelle boucle et le mouvement continue ainsi. L'entraînement des gants est fait par deux cylindres fixés sur le haut de deux colonnettes reliées par deux engrenages et agissant comme un laminoir, mais à mouvement intermittent.

Machine Necker de Berlin. — Cette machine venue après les précédentes est mieux entendue; elle possède une aiguille droite horizontale portant un fil, un crochet horizontal décrivant un arc de cercle, et, au-dessus, un presseur à mouvement circulaire alternatif. La couture est le point de chaînette simple ou double à surjet. L'aiguille et le crochet ont leurs mouvements perpendiculaires l'un à l'autre dans un plan horizontal. Le presseur pivote sur un axe et décrit un arc de cercle dans un plan vertical, il a un œil près de sa pointe dans lequel passe le fil pour la chaînette double. La particularité la plus remarquable de cette machine est d'opérer le serrage du point par le presseur de fil et non par l'aiguille. L'entraînement se fait par cylindres dont un seul reçoit un mouvement, l'autre est libre sur son axe.

Machine Bergmann et Huttemeyer 1872. — Elle cout à deux aiguilles fonc-

tionnant horizontalement ; l'une est droite, l'autre a son extrémité de la forme d'une béquille; elle fait le point de chaînette simple ou double à volonté, et le serrage du point se fait par l'aiguille.

L'entraînement a lieu ainsi: Le gant est placé entre deux cylindres de même diamètre, l'un est fixé à l'extrémité d'un axe vertical muni à sa partie inférieure d'un rochet recevant, d'un cliquet commandé par une came, un mouvement alternatif d'une amplitude correspondant à la grandeur des points, le second cylindre ne reçoit aucun mouvement, mais tourne librement sur son axe.

En 1872 également, M. Noerholm de Copenhague produisit une machine à gants, se rapprochant beaucoup de la précédente, mais elle n'a qu'un seul presseur de fil ou surjetteur. Ses mouvements sont renfermés dans une boîte carrée et l'entraînement a lieu par deux cylindres dont un seul est commandé.

Ce dernier type n'a pas beaucoup varié et celui à navette a subi divers changements de forme sans améliorations sensibles.

Une dizaine de fabricants ont exposé des machines à coudre les gants dans les diverses sections française et étrangères. Par rapport à leur travail, ces machines peuvent être ainsi classées:

1° *Couture à plat.* Machines de MM. Onfray, Jouvin, Henriksen.

2° *Couture sur l'épaisseur* (dite surjet). Machines de MM. Perrare Michal, C. Peugeot et Cie, Noerholm, Strock, Bertin, Kluc et Schultheiss, Henriksen.

Par rapport à leur point on peut les classer ainsi:

Machines à navette, MM. Jouvin, Henriksen, de Copenhague.

Machine à chaînette à un fil, M. Perrare Michal.

Machines à chaînette à deux fils: MM. Onfray, Peugeot, Noerholm, de Copenhague; Strock, Bertin, Kluc et Schultheiss (Vienne et Berlin).

Nous commencerons notre examen par les machines cousant à plat.

Machine de M. Onfray. — Elle fait une couture sur les deux bords, croisés l'un sur l'autre, des parties à coudre. Le point est celui de chaînette double à deux aiguilles, l'un des fils est porté par l'aiguille droite mue verticalement, l'aiguille courbe portant le deuxième fil se meut sous la plaque fixée à l'extrémité d'une petite colonnette de dix centimètres environ de hauteur et sur laquelle est posé le gant. L'entraînement a lieu par une griffe en dessus qui peut se régler comme dans les machines à coudre ordinaires. Cette machine possède tous les éléments pour bien faire le point de chaînette double, mais nous ne la croyons pas propre à la couture des peaux fines et souples des gants de belles qualités.

Machines de MM. Jouvin et Henriksen. — M. Jouvin dans la section française et M. Henriksen dans la section danoise, ont exposé des machines du même type, à navette et cousant à plat ; le point exécuté est celui de navette ordinaire et ces machines ne présentent de particulier que leur forme spéciale qui permet à l'ouvrière de tenir le gant sans une grande fatigue. Le mouvement de l'aiguille et celui de la navette se font suivant un axe incliné sur la table, la navette est un petit cylindre tournant sur son axe et portant à son extrémité supérieure un crochet qui prend la boucle du fil de l'aiguille. L'arbre de la navette est renfermé dans un tube incliné, terminé à sa partie supérieure par une très-petite plaque légèrement arrondie sur laquelle se fait la couture et la fermeture des bouts de doigts. Ce tube a 0,10 environ de hauteur, ce qui permet aux deux mains de tenir le gant tout en croisant les parties, l'avant-bras étant appuyé sur le bord de la table. L'entraînement a lieu à l'aide d'une griffe en dessus douée des mouvements ordinaires de soulèvement et d'avancement. Enfin, le tirage du fil est fait par une petite pièce articulée à son extrémité et

soulevée rapidement par un goujon fixé au porte-aiguille et entré dans une rainure circulaire.

Ces machines cousent à plat comme la précédente et ne nous semblent guère disposées et propres qu'à coudre des gants de peau ordinaire et non des peaux fines.

Machine cousant sur l'épaisseur et faisant ainsi une sorte de point de surjet. — Une seule des machines exposées coud au point de chaînette simple à surjet, c'est celle de M. Perrare Michal. Son aiguille est horizontale et munie d'un bras surjetteur ou crochet pour opérer le point de surjet. Son entraînement à pinces lisses, laisse libre le devant de la machine qui est ainsi d'un usage plus facile pour présenter l'objet à coudre ou le retirer, la longueur du point se règle à volonté. Cette machine est munie d'un guide spécial consistant en une pièce que l'on place au-dessus des pinces, elle est fendue et porte en face de l'aiguille un retour d'équerre qui sert de butée à la peau et l'empêche de se coucher quand l'aiguille la pénètre. Cette pièce sert aussi de canal à l'aiguille, afin de la protéger contre le crochet et de faciliter la formation de la boucle du fil de l'aiguille; enfin, elle sert de guide pour piquer la peau plus ou moins loin du bord.

Toutes les autres machines sont à deux fils, mais les unes ont deux aiguilles, l'une droite et l'autre courbe et les autres ont une aiguille droite et une navette avec surjetteur. Dans les premières, les deux aiguilles ont des mouvements horizontaux, ou bien l'une agit horizontalement et l'autre verticalement.

Machine de MM. C. Peugeot et Cie. — Ellè est du type à deux aiguilles fonctionnant horizontalement; un arbre horizontal, actionné par une roue à pédale, porte les organes du mouvement. L'aiguille fixée à l'extrémité d'une tige horizontale coulissant dans deux douilles est conduite par un levier muni à son autre extrémité d'un collier d'excentrique. Afin que cette aiguille fasse aisément le tirage de son fil pour le serrage du point, elle entre dans la fente d'une petite pièce placée en face d'elle et ne peut ainsi ni se casser, ni être pliée. L'aiguille courbe est placée horizontalement aussi, son mouvement d'allée et de venue en ligne droite s'opère par un levier oscillant vertical à la partie supérieure duquel il est attaché; son mouvement tournant est donné par une came sur laquelle porte l'extrémité de sa tige, elle entoure l'aiguille droite. Le mouvement d'avancement est obtenu par une petite griffe qui se déplace horizontalement par le mouvement d'une came double produisant la rentrée de la griffe et son avancement; elle s'appuie sur une petite roulette libre sur son axe, le gant est placé entre la griffe et la roulette pressée par un ressort. La course de cette griffe donnant la longueur du point est variable à volonté, on peut ainsi faire une couture plus ou moins serrée et variant entre quatre et dix points par centimètres. La même machine fait également la broderie du dessus et même peut coudre une soutache plus ou moins forte.

Machines de MM. Kluc et Schultheiss, de Vienne. — Ces machines sont du même système que la précédente, formées des mêmes organes (deux aiguilles), faisant le même travail, mais d'une exécution qui paraît laisser à désirer. L'entraînement n'a pas lieu par une griffe, mais par un cylindre molleté auquel on donne un mouvement alternatif; un autre cylindre de même diamètre, molleté également et libre sur son axe, appuie sur le tissu; on éloigne ce cylindre en tirant son bras articulé à l'aide d'une pédale placée entre celles du mouvement de la machine. Le réglage du point se fait en soulevant un bouton extérieur dont la tige correspond à l'entraînement.

Machine de M. Strock. — Cette machine est du même système à deux aiguilles fonctionnant horizontalement, l'une droite, l'autre formant crochet

l'entraînement a lieu par un cylindre molleté recevant un mouvement alternatif et la pression est donnée par un autre cylindre libre sur son axe qu'on éloigne en appuyant sur une pédale voisine de celle du mouvement de la machine.

Machine de M. Noerholm, de Copenhague. — Cet exposant a apporté deux machines du même système que les précédentes, aiguilles droites et courbes fonctionnant horizontalement. L'entraînement se fait par un seul cylindre tournant et l'autre étant libre sur son axe, le point se règle à volonté comme dans les machines précédentes.

Machine de M. Bertin.—La machine fig. 35 et 36 Bertin également du type à deux aiguilles, l'une horizontale, l'autre verticale, nous semble bien combinée

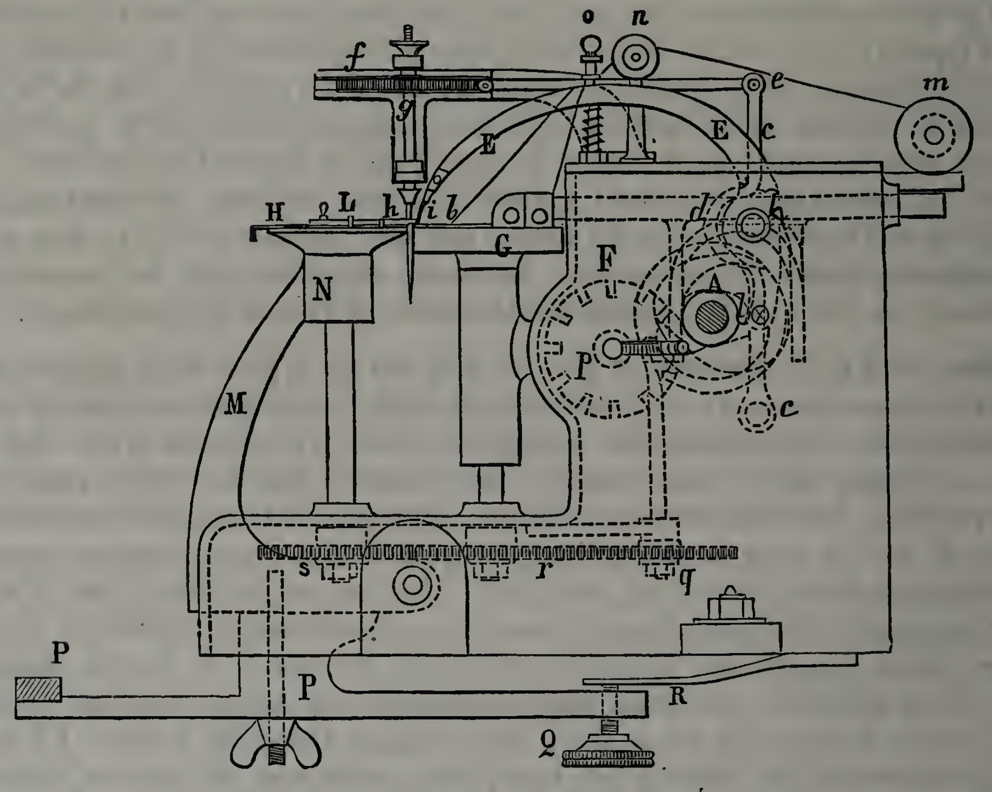


Fig. 35. — Machine à coudre les gants. Élévation.

pour son travail spécial; exécutée avec soin, elle coud avec une rapidité et une régularité remarquables les gants de peau fine et très-souple. Son point est fait avec deux fils portés par deux aiguilles, l'une droite, l'autre courbe et un crochet rabatteur, ce qui donne non une piqûre, mais un nœud de chaque côté avec croisement des fils sur l'épaisseur de la peau. L'entraînement est précis, mais il est réglé une fois pour toutes, tout changement de grandeur du point nécessite une modification ou changement d'une pièce de la machine. Les fig. 35 et 36 montrent cette machine au quart de sa grandeur. L'arbre transversal A reçoit son mouvement par une roue à gorge en communication avec une pédale placée sous la machine, entre les deux bâtis de côté; sur cet arbre sont fixés un excentrique circulaire B et deux plateaux C et D à cames; sur l'excentrique circulaire est une fourche prolongée à droite et à gauche par une tige coulissant horizontalement dans le bâti, la partie de gauche est plus longue et terminée par une aiguille droite *b* horizontale dessinée dans sa position éloignée de l'objet à coudre; un galet entrant dans la came du plateau C est fixé au levier *c*, coudé en *d*, articulé en *e* qu'il fait mouvoir et donne un mouvement horizontal alternatif à la crémaillère *f*, et, par suite, communique au petit pignon *g*, à son axe et à l'aiguille courbe *h* placée à son extrémité, un mouvement circulaire alterna-

tif. Enfin, le troisième organe servant à former le point est un crochet *i*, ou rabatteur du fil à mouvement circulaire, il est fixé à l'extrémité d'un bras courbe E articulé en *k* et prolongé en *l* où un petit galet entrant dans la came du plateau D lui donne son mouvement; les bobines *m m* alimentent les deux aiguilles *b i* après que leur fil a passé dans les presseurs *n o*. La mise en mouvement des organes ci-dessus produit sur le tissu ou la peau le point particulier que nous avons décrit.

L'entraînement se fait ainsi : une croix de Malte à douze divisions F est fixée sur un petit arbre horizontal *p* muni en son milieu d'une vis sans fin, engrenant avec une roue fixée sur un arbre vertical, terminé par un pignon droit *q*, commandant une roue *r*, faisant tourner le petit plateau entraîneur G ; cette roue communique son mouvement à une autre roue semblable *s* qui commande en sens inverse le plateau preneur et entraîneur H; la croix de Malte, étant, à chaque tour de l'arbre moteur, accrochée par le petit cylindre *t*, communique

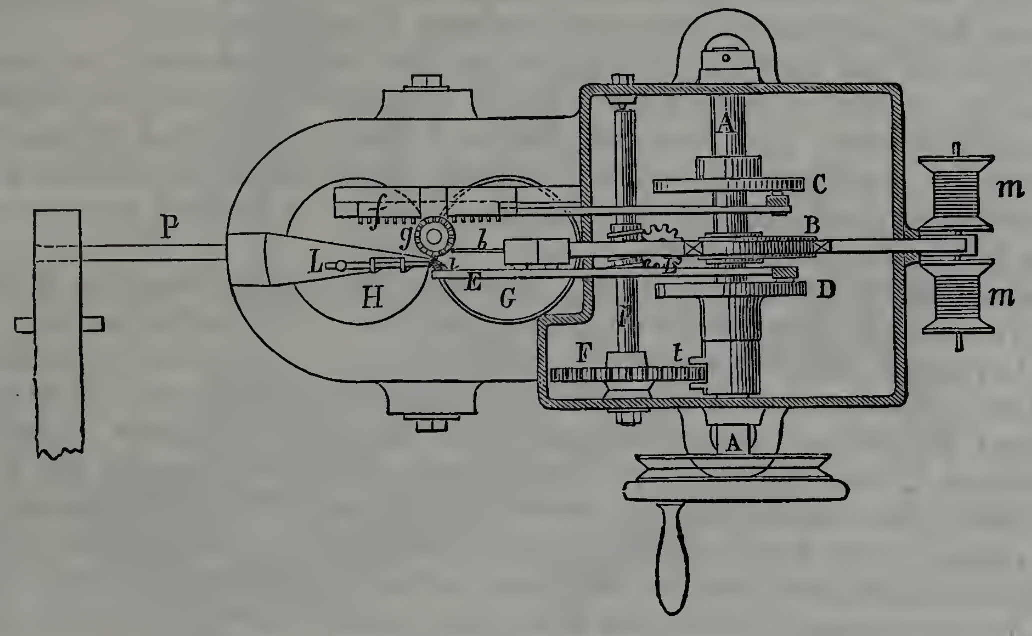


Fig. 36. – Machine à coudre les gants. Coupe horizontale.

aux deux plateaux entraîneurs un mouvement alternatif. Au-dessus, en L, est un petit verrou qui limite la hauteur à laquelle la peau doit être placée pour que la couture soit toujours à la même distance du bord.

Un bras M vient s'appuyer sur le porte-plateau N, il est fixé à une autre pièce P sous la table de la machine, une vis Q, sur laquelle vient buter le ressort R, règle la pression du plateau H sur celui G. Enfin, pour retirer la peau, une tige poussée par le genou de l'ouvrière abaisse la pièce P et éloigne les deux plateaux H et G. Il est utile de remarquer que dans cette machine, contrairement à ce que nous avons vu dans quelques autres, la peau est prise entre deux cylindres non molletés qui font l'effet d'une pince, que tous les deux sont doués d'un mouvement d'entraînement et que la pression sur la peau est variable à volonté, ces conditions réunies nous semblent devoir donner au travail tout le fini et la perfection désirable, qu'on ne saurait obtenir au même degré avec une autre machine. D'ailleurs, elle n'est compliquée d'aucun mouvement inutile, ses organes sont aussi simples que possible, et aucun ressort ne rend les mouvements indécis, ce qui contribue pour beaucoup au résultat satisfaisant qu'elle donne pour la couture des gants, même ceux en peaux les plus fines et les plus souples. Cette machine, fonctionnait tous les jours sous les yeux du public.

Machine de MM. Kluc et Schultheiss, de Vienne. — Ces fabricants ont exposé une machine du même modèle que le précédent, ou plutôt faisant le même point par des organes analogues, mais l'entraînement est différent, moins précis, ne faisant mouvoir qu'un cylindre, le second cylindre, de même diamètre, qui s'appuie sur l'étoffe, est libre sur son axe; le point peut être réglé à volonté et une pédale spéciale éloigne le bras de la roulette pour placer et retirer le gant. Le cylindre entraîneur ainsi que la roulette sont molletés.

Machine de M. Henriksen. — Ce fabricant a exposé à la section danoise une nouvelle machine à coudre les gants qu'on entoure d'un certain mystère ; elle a été apportée à l'Exposition, y est restée un certain temps exposée au public, puis, après les premières visites du jury, elle disparut pendant plus d'un mois et fut rapportée ensuite, recouverte d'une boîte en verre solidement attachée par une courroie. Mais quoi que nous n'ayons pu obtenir la faveur d'examiner cette machine, nous pouvons cependant dire à quoi se rapporte la modification apportée à la machine construite par le même fabricant en 1866.

L'aiguille a son mouvement d'arrière en avant de la machine. La navette, plus petite, se meut maintenant suivant un arc de cercle, comme un balancier de pendule, dans un plan perpendiculaire à l'aiguille en avant de la boîte des mouvements, pour former le point de navette ; le surjetteur est remplacé par un mouvement *en avant* exécuté pendant le retou de la navette qui passe par dessus le tissu, devant l'aiguille.

L'entraînement a lieu par une roue molletée recevant un mouvement alternatif d'un cliquet agissant sur un rochet placé au bas de l'arbre vertical. Une seconde roulette molletée également et libre sur son axe est fixée à l'extrémité d'un bras vertical articulé à sa partie inférieure et qu'on peut faire éloigner en appuyant le pied sur une petite pédale placée à droite. L'aiguille, dans son mouvement d'avancement, entre dans la fente d'une pièce passant par dessus la rondelle libre comme dans les machines à chaînettes décrites ci-dessus.

En résumé, cette machine fait le même point que celle de 1866, les moyens employés ne paraissent pas plus simples et la navette contient beaucoup moins de fil. Le mouvement de balancier donné à la navette nous semble devoir gêner beaucoup l'ouvrière.

IX. Machines à coudre au fil poissé. — Ces machines sont de deux sortes. Les petites, principalement employées par les fabricants de chaussures et d'articles de voyage pour l'assemblage des différentes parties des tiges de chaussures, ou la couture des cuirs et des toiles fortes; les grandes servant à coudre les semelles de chaussures. Chaque fabricant de machines à coudre a maintenant sa petite machine à fil poissé, dont il se plait généralement à exagérer l'importance des services qu'elle peut rendre. Nous la trouvons dans les expositions anglaises de M. Bradbury et de la Cie Howe, dans celle de la Cie Singer, et chez la plupart des exposants français, MM. Goodwin, Hurtu et Hautin, Bouriquet, etc. etc.

C'est à peu près partout une machine à navette d'un fort calibre, l'aiguille est percée d'un large trou pour le passage du fil, dit poissé, ayant reçu, en effet, un peu de poix, mais traversant près de son arrivée à l'aiguille un récipient de matière grasse qui facilite son glissement dans le trou de l'aiguille ; cette condition est indispensable à son fonctionnement; ajoutons à cela des conduits de fils assez grands et le chauffage du fil poissé sur une partie de son parcours, et l'on aura les éléments qu'on retrouve invariablement dans toute machine à coudre les cuirs minces et les toiles fortes au fil poissé ; ces machines rendent d'ailleurs des services dans ces deux cas, il va sans dire que chacune varie dans ses moyens de commande et de transmission des différents mouvements et de l'entraînement.

Machines spéciales à fil poissé. — Depuis 1867, ces machines ont reçu des développements considérables, il n'y en avait pas moins de dix à l'Exposition, deux types font la couture au point de navette, les autres font le point de chaînette simple.

Machines de MM. Hurtu et Hautin. — Ces constructeurs exposent deux machines à fil poissé, l'une pour coudre les gros traits et autres pièces très-épaisses, l'autre, d'un modèle plus petit, est destinée à tous ouvrages de sellerie et de harnais. Nous ne reviendrons pas sur une description détaillée et complète qui se trouve dans le 8e volume, page 94, des *Etudes sur l'Exposition de* 1867. Nous ajouterons cependant qu'un perfectionnement a été apporté à cette machine, en modifiant le sens du fonctionnement de sa navette, ce qui lui permet de

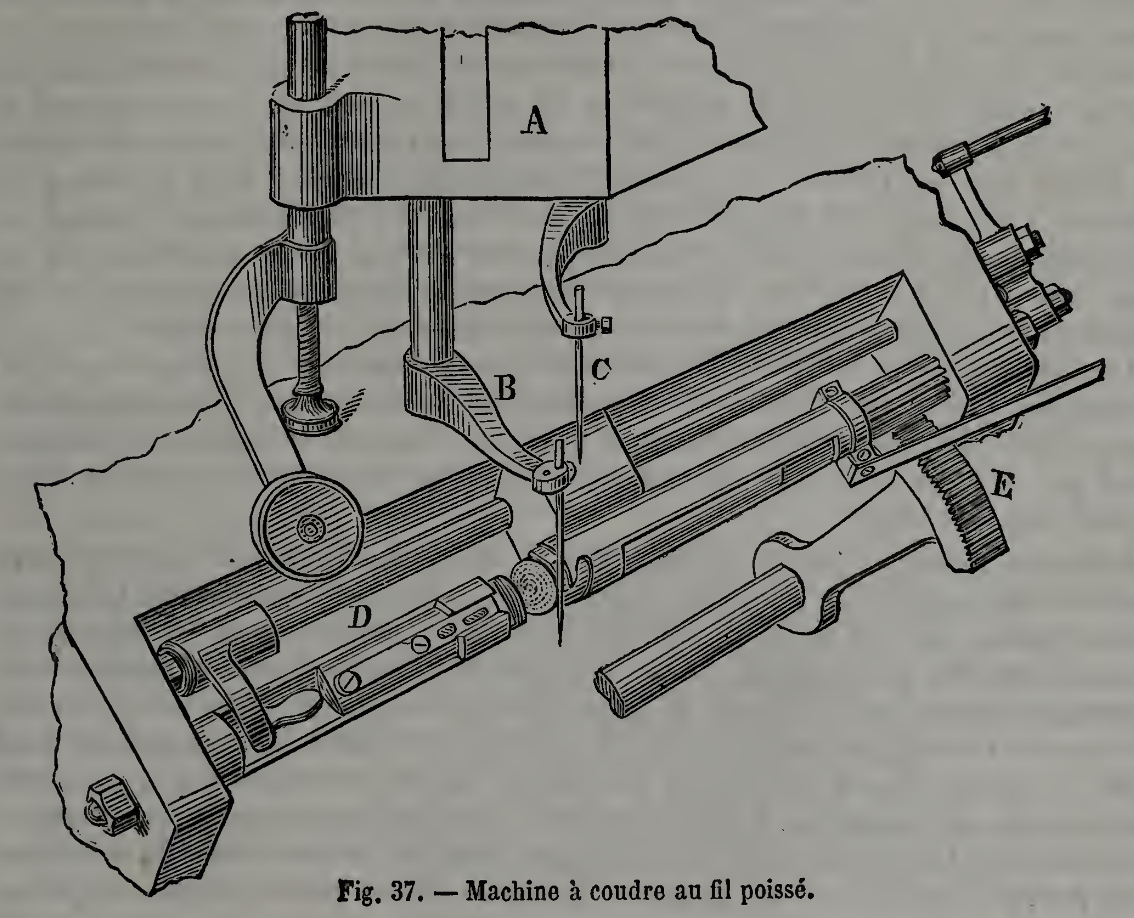


Fig. 37. — Machine à coudre au fil poissé.

donner une couture mieux en rapport avec celle faite à la main par l'ouvrier sellier. La fig. 37 montre les organes modifiés : A est la tête de la machine dans laquelle fonctionnent l'aiguille B et l'alène C auxquelles rien n'a été changé. La navette D se trouve maintenant dans le sens de la machine, parallèlement au col de cygne, et le crochet, qui prend la boucle du fil de l'aiguille, reçoit son mouvement circulaire du secteur E sans que la position d'aucun autre organe n'ait varié. Le résultat de ce changement de direction de la navette par rapport à l'entraînement est d'obtenir une couture dont tous les points sont comme de petits traits inclinés selon la direction qu'ils suivent.

Nous devons aussi faire observer que cette machine est la *seule* qui couse avec une aiguille et une alène faisant un avant-trou (toutes les autres, sans aucune exception, sont munies d'un crochet pointu perçant le cuir), il résulte de cette disposition que le trou n'est pas trop grand pour le fil, et que lorsque le point est fait et serré, le trou est complétement rempli, ce qui ne peut être obtenu avec aucune des machines à crochet, qui, dès lors, ne sont pas d'un bon usage pour les travaux de luxe et même pour ceux soignés.

Machines à coudre les semelles, de M. Goodwin. — Cet appareil, ancien déjà, qui a rendu d'énormes services à la cordonnerie, vient d'être modifié, il a été

élevé et sa bigorne plus élancée permet aux souliers, aux bottines et même aux bottes de s'y placer. Cette bigorne est fixe, l'entraînement étant universel, on déplace en même temps, par le seul mouvement d'un petit volant placé horizontalement sur la tête, le crochet, l'entraînement et l'accrocheur : la couture se fait à l'intérieur de la chaussure.

Machines de M. Lippert aîné, à coudre les semelles à l'intérieur au point de chaînette. — Elle est, quant à la formation de son point, comme toutes les machines à crochet, munie d'un accrocheur mobile à l'extrémité de la bigorne qui cache les pièces du mouvement et l'arrivée du fil poissé chauffé au gaz; en dessus sont le crochet à mouvement vertical qui va chercher le fil dans la bigorne, et l'entraîneur formé d'une pointe qui pique la semelle dans la gravure et la tire pour faire chaque point; en tout cela, rien de bien particulier, sinon une bonne distribution des mouvements. Mais ce que l'on rencontre de différent ici avec toutes les autres machines, sauf celle de M. Goodwin, est un entraînement spécial à l'aide duquel on n'a pas à tourner la bigorne quand on arrive aux tournants des bouts ; c'est le crochet et l'entraîneur qui se déplacent, ou plutôt que l'on tourne, de manière à les mettre toujours dans le sens de la couture. La bigorne est fixe dans cette machine, et ce système n'est autre que l'entraînement, dit universel, de la machine Bonnaz, que l'on manœuvre par un petit volant placé sur la tête de la machine comme dans la précédente, et qui transmet son mouvement au crochet, à l'entraîneur et à l'accrocheur.

Le mouvement de levée de l'entraîneur qui commande à celui du crochet permet de coudre des semelles d'épaisseurs très-variables, sans aucune modification ni arrêt de la machine, puisque la levée de l'aiguille se règle automatiquement par rapport à celle de l'entraîneur qui porte sur la semelle plus ou moins épaisse que l'on coud.

Machines Blake, à coudre les semelles. — Cette machine est disposée pour coudre au fil poissé et au point de chaînette les semelles de chaussures. La chaussure est posée sur une sorte de bigorne tournante placée entre les deux pieds de face d'un bâti à trois pieds ; une bobine de fil poissé est placée au bas de la bigorne et tourne avec elle, son fil passe dans celle-ci pour sortir à son extrémité par le trou d'une petite plaque où pénètre le crochet qui descend du haut et fait le point ; sous la plaque, un accrocheur mobile présente le fil au crochet à chacune de ses descentes. L'entraînement a lieu par une pointe qui s'appuie fortement sur la semelle et la tire à chaque point par un mouvement de came. Cette pointe s'appuie sur un presseur composé d'une pièce rigide qui a un mouvement de soulèvement au moment de l'entraînement. Le tirage énergique du crochet serre le point très-fortement, le fil poissé est chauffé dans la bigorne, sans quoi le serrage serait impossible. Cette machine peut coudre jusqu'à 20 ou 25 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur.

Machines à coudre les trépointes. — Deux autres machines au point de chaînette, mais d'une construction absolument différente de la précédente, sont spécialement destinées à coudre l'une, les trépointes, l'autre les bords extérieurs des semelles; elles sont du même système, avec crochet courbe et mouvement d'entraînement. La chaussure est montée sur sa forme, placée elle-même sur un chevalet mobile, de manière à pouvoir se déplacer à chaque point, et tourner aisément pour présenter les parties arrondies telles que le bout de pied et le talon, elle est munie d'un guide spécial dans lequel la bande de cuir fortement mouillée, portant une rainure pour la couture passe et est posée et cousue en même temps, elle peut fonctionner au pied ou par transmission ; une pédale dans ce dernier cas sert à embrayer ou débrayer la courroie qui donne le mouvement.

La bobine contenant le fil poissé est placée par derrière, le fil vient en passant par divers guides, dont le dernier ou porte-fil est doué d'un mouvement d'avancement, de manière à présenter le fil au crochet. Aucune des pièces, crochets ou pointes d'entrainement, n'est douée de mouvement de translations c'est la chaussure qui tourne avec son support pour présenter sa gravure au crochet et à l'entraînement. Nous devons noter que la couture faite par ce moyen nécessite l'emploi de premières très-fortes et dans lesquelles est pratiquée une gravure profonde.

Cette même machine, sans le guide qui place la bande, sert à coudre la semelle à la trépointe en laissant en dessus une piqure de soie jaune, la chaînette étant cachée dans la gravure.

Une machine à *coudre les chaussures au point de navette* avec du fil poissé était exposée à la section anglaise par M. Keats, elle ne peut être utilisée que pour coudre les chaussures à l'intérieur comme font depuis longtemps les machines Goodwin, Blake et Lippert, et a le même inconvénient, celui de percer un gros trou pour un petit fil, attendu qu'elle est à crochet, quoique faisant le point de navette. Elle fonctionne ainsi : sa bigorne, sur laquelle se place la chaussure, est mobile, elle porte un accrocheur doué d'un mouvement circulaire donné par des renvois d'engrenages, une bobine de fil poissé est placée plus bas et se déroule dans la bigorne creuse pour sortir par le trou de sa plaque le fil est chauffé par plusieurs becs de gaz, le porte-aiguille fonctionnant verticalement dans la tête de la machine est muni d'un crochet pointu pour percer le cuir; au milieu à peu près de la levée de ce crochet est une bobine de fil poissé cylindrique avec un évidement terminé en crochet et un bras articulé.

En mettant la machine en marche, son crochet perce la semelle à coudre, va chercher le fil du dessous en entrant par le trou percé sur la bigorne et l'élève au dessus, à ce moment le bras mobile s'avance et pousse un brin pris aussitôt par le crochet de la bobine cylindrique en mouvement qui l'entraîne, ce brin revient bientôt ramenant le fil de la bobine avec lequel il se serre au milieu de l'épaisseur de la semelle par un tirage combiné des deux fils. L'entraînement a lieu par une tige à double pointe recevant un mouvement de soulèvement et de tirage qu'on fait varier selon la longueur du point à obtenir.

Une seconde machine à bigorne droite ou cousant sur table permet de faire une piqure au bord des semelles et peut aussi coudre des harnais, mais toujours avec percement des grands trous, inévitables dans tout travail au crochet.

X. **Petits moteurs pour machines à coudre.** — Depuis longtemps, les médecins ont, en France, et à Paris surtout, relaté l'effet pernicieux du mouvement des pieds pour la santé des ouvrières travaillant continuellement aux machines à coudre. Les médecins des hôpitaux, notamment, ont eu de fréquentes occasions de s'élever contre l'emploi des femmes pour la conduite des pédales des machines à coudre d'une manière continue. Mais le moment ne paraît pas venu encore où chaque machine à coudre, possédant son moteur, pourra fonctionner sans le secours de l'ouvrière qui, dès lors, n'aura plus qu'à placer le travail, le guider et le retirer. Dans les établissements qui occupent un grand nombre de machines à coudre, on a généralement installé ces machines pour fonctionner par la transmission d'un moteur à vapeur et l'on s'en trouve fort bien; la vitesse est modérée à volonté, on débraye plus ou moins rapidement selon les soins apportés au choix des moyens employés, et des applications faites depuis longtemps en grand nombre ont prouvé que la transmission du mouvement mécanique pouvait s'appliquer à toute espèce de machines, aux plus délicates comme aux plus rustiques.

Le grand atelier, la manufacture possèdent donc et emploient le moyen

propre à ménager la santé des ouvrières, mais le petit atelier et les ouvrières travaillant chez elles n'ont pas le même avantage; aucun moyen pratique n'a été trouvé jusqu'ici pour éviter le mouvement par pédale des machines à coudre. Le problème est sans nul doute difficile à résoudre, et les efforts tentés jusqu'à présent n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Le petit moteur vraiment pratique, doit être adapté à chaque machine, faire corps avec elle, tandis que ceux qu'on est arrivé à produire sont des moteurs indépendants, pouvant, il est vrai, faire fonctionner la machine à coudre, mais coûtant deux, trois ou quatre fois plus qu'elle.

Nous entrerons cependant dans quelques détails sur les essais tentés, car il y a là déjà un résultat acquis, et nous grouperons, dans ce chapitre, les divers appareils accessoires pouvant s'appliquer aux machines à coudre, tels que la pédale de M. Bourdin, puis les moteurs à ressort de MM. Gunzburger et Schreiber, les moteurs à gaz de MM. Lenoir, Hugon, Langen et Otto et Bischopp. Ceux à eau de MM. Coque, Pezerat, Schmid, Wyss et Turner, la machine Gramme, enfin l'appareil modificateur du mouvement, de MM. Bataille et Bloom.

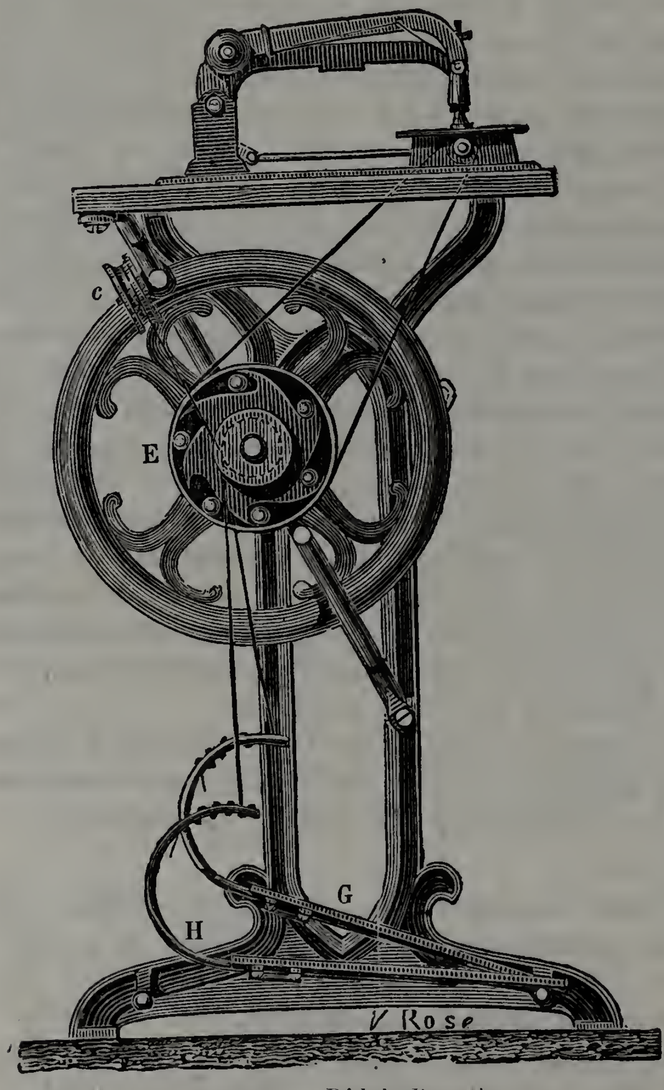


Fig. 38. — Pédale Bourdin.

Pédale de M. Bourdin. — M. Bourdin a combiné un système de pédale à encliquetage qui est fort intéressant et appelé à rendre de grands services pour actionner tous les petits outils. Son application aux machines à coudre, notamment, est une excellente chose car, bien qu'il n'évite pas complétement le mouvement des pieds, il réduit considérablement l'effort à faire; puis, le mouvement dans un seul sens étant assuré, les pieds ne reçoivent pas d'a-coup comme cela a lieu avec la pédale ordinaire. On évite en même temps les inconvénients résultant de la rotation en sens inverse qui brise le fil et peut occasionner la rupture de différents organes dont la réparation nécessite des arrêts et des pertes de temps considérables. Nous allons décrire avec quelques détails cet instrument.

Dans les machines ordinaires, l'oscillation du pied sur la pédale est transmise par une bielle et une manivelle à l'arbre du volant et, de là, aux différentes parties de la machine. Avec une telle disposition, la bielle possède une amplitude d'oscillation rigoureusement déterminée et toujours la même qui convient parfaitement, il est vrai, aux moteurs utilisant une force physique, tel que le gaz ou la vapeur qui agissent à une pression déterminée, dont on peut calculer les efforts pour chaque point occupé par la manivelle. Mais dans le cas des

moteurs animés, et surtout lorsque l'effort est donné par le pied, le travail fourni est essentiellement variable, il faut que le pied s'adapte à la course fixe de la pédale, et qu'à la fin il communique encore assez de force pour franchir le point mort.

Lorsque la manivelle agit à 10 ou 15 degrés du point mort, l'effort reçu par l'arbre est très-faible malgré le grand effort de la bielle ; mais, pour un moteur inanimé, si le travail utile est faible, la dépense de force est à peu près nulle ; tandis que dans le cas de la pédale, lorsque la manivelle est à 10 ou 15 degrés du point mort, l'effort recueilli par l'arbre est également très-faible, mais celui exercé par le pied est très-considérable et fatigue l'ouvrière en pure perte. C'est aussi la course réglée et la pression variable pour chaque position du pied,

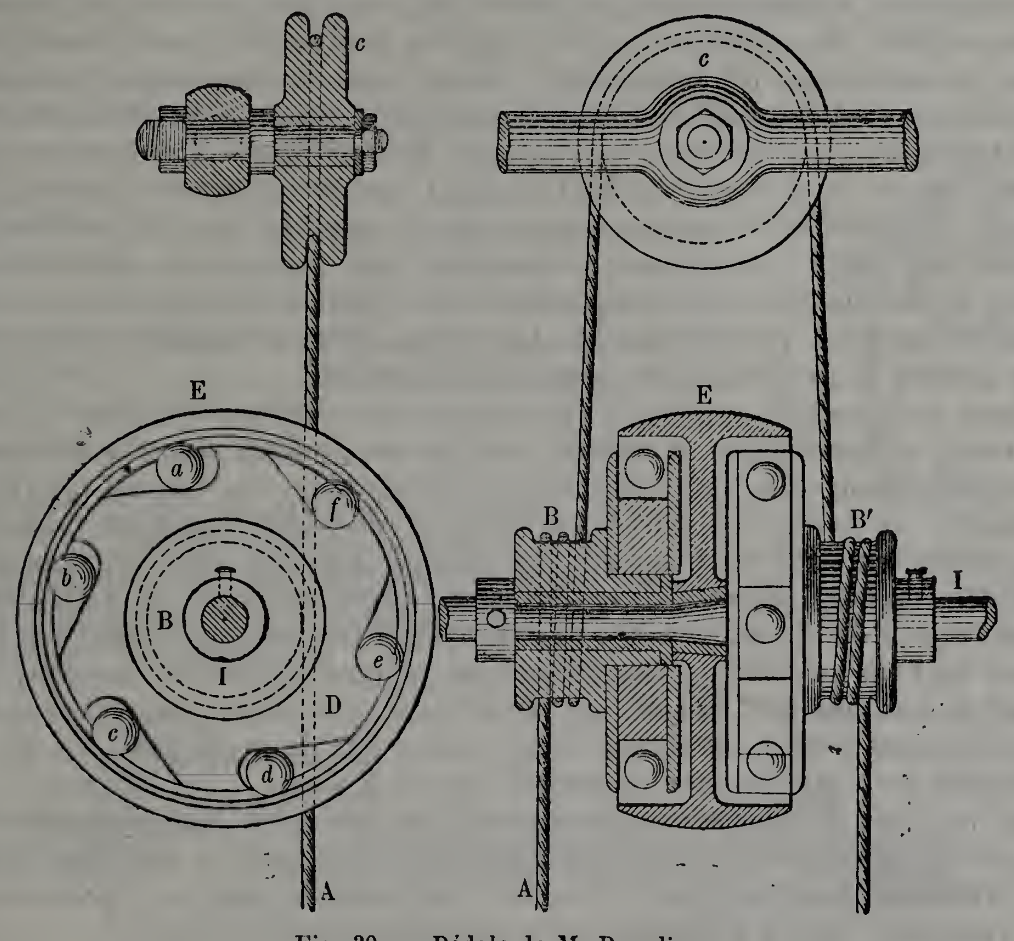


Fig. 39. — Pédale de M. Bourdin.

qui oblige l'ouvrière à faire un apprentissage rendu plus long et plus pénible encore par l'observation du mouvement qui doit avoir lieu toujours dans le même sens. Au point de vue hygiénique, nous avons dit que l'emploi de la pédale ordinaire est d'un effet désastreux sur la santé, effet provenant en grande partie de la diversité des efforts que le pied doit exercer, et de la régularité de la course toujours trop grande pour que la cheville seule travaille. C'est plus de la grande quantité de force perdue par les points morts que du mouvement alternatif des jambes, que proviennent les maladies si fréquentes, constatées chez les mécaniciennes.

La pédale Bourdin attenue ces divers inconvénients dans une certaine mesure, elle est d'un maniement plus facile, n'exige pas une course régulière trop grande pour certaines personnes, elle supprime à peu près l'apprentissage, elle recueille les moindres efforts, évite les points morts et ne peut donner le mouvement que dans un sens déterminé une fois pour toutes. La disposition représentée fig. 38 et 39 comporte deux pédales G H recevant chacune l'un des deux

pieds devant s'élever et s'abaisser alternativement, ce mouvement étant très-facile à l'ouvrière. Une courroie en acier A part d'une des pédales, s'enroule sur un tambour B, passe sur une poulie de renvoi C, s'enroule sur un tambour B′ pour se rendre enfin à l'autre pédale. Les deux tambours B et B′ sont montés libres sur l'arbre du volant et lui communiquent un mouvement de rotation continu composé du mouvement alternatif qu'ils reçoivent des pédales, au moyen d'un encliquetage spécial les reliant à l'arbre I.

Chacun des tambours B B′ porte une roue à rochet D D′ à deux joues, venant s'emboîter dans les cavités de la poulie centrale E dont la jante recouvre complétement les joues de ces rochets tout en leur laissant un jeu suffisant. Il résulte de cette disposition qu'entre chaque dent des rochets et la jante de la poulie centrale, se trouve un vide, limité par les deux joues, dans lequel est placée une balle de caoutchouc plein qui ne peut sortir. Lorsqu'une pédale s'élève, le rochet qui lui correspond tourne dans le sens opposé à la flèche, et les balles *a b c d* viennent se loger sous la partie arrondie des dents, marchant à leur rencontre pour les desserrer, là elles ont un espace libre suffisant pour ne pas toucher à la poulie E. Mais pendant que cette pédale s'élève, l'autre s'abaisse et entraîne le rochet correspondant dans le sens de laflèche. A ce moment, les balles *a b c* viennent s'engager, par leur poids, entre les plans inclinés de chaque dent, du côté gauche sur la figure et la jante de la poulie E qu'elles entraînent par frottement. Le même effet se produit pour chaque rochet lorsque la pédale qui lui correspond, descend.

Comme on le voit, il en résulte un mouvement continu de l'arbre du volant s'effectuant toujours dans le même sens, et ne pouvant pas revenir sur lui-même. Cependant, s'il était nécessaire de rétrograder, il n'y aurait qu'à enlever les pédales et tourner le volant à la main. Il est évident que tout autre encliquetage que celui que nous venons de décrire pourrait satisfaire aux mêmes conditions, mais M. Bourdin l'a choisi, avec raison, à cause de l'élasticité de l'entraînement qui a lieu sans choc ni sans bruit. On remarque aussi que l'effort agit sur un bras de levier constant égal au rayon du tambour et que, quelle que soit la position des pédales et la diversité des efforts qu'elles reçoivent, elles actionnent l'arbre du volant; il n'y a donc pas de point mort, ce qui permet d'aller aussi vite et aussi doucement qu'on le veut.

Pour les tours de précision et les métiers délicats où le travail intelligent de l'homme est nécessaire, la pédale Bourdin sera préférable à tout moteur inanimé, vu la facilité avec laquelle l'ouvrier expérimenté peut se rendre compte de la résistance qu'il a à vaincre et y proportionner son effort.

Moteurs à ressort. — Les moteurs à ressort sont ceux qui de prime abord paraissent le mieux s'appliquer aux machines à coudre. Bien que n'étant pas, à proprement parler, de véritables moteurs, ces appareils ont la propriété de pouvoir emmagasiner une certaine quantité de force musculaire pour la restituer dans des conditions toutes différentes. Ainsi, par exemple, un ouvrier agissant sur une manivelle peut exercer, au moyen de ses bras, un effort assez considérable pendant quelques minutes, et accumuler le travail qu'il développe ainsi dans la flexibilité d'une lame d'acier qui, étant ensuite abandonnée à elle-même, reviendra à sa première position en développant une partie du travail qu'elle aura accumulé, et si le moteur est destiné à alimenter une machine à coudre, par exemple, qui exige un effort bien moins considérable que celui fait par une femme agissant sur une manivelle, le moteur sera donc capable de fournir cet effort pendant un temps bien plus long que celui qui a été employé pour le remontage du ressort. Mais les résistances passives dues aux frottements et aux déformations de la lame d'acier ne permettent au

moteur que de restituer environ 20 $^{0}/_{0}$ du travail développé par l'ouvrière sur la manivelle.

Nous arrivons donc à conclure que les moteurs à ressort sont des appareils très-imparfaits au point de vue théorique, et il est douteux que, même avec quelques perfectionnements, ils deviennent de bons moteurs pratiques. Cependant n'employant que la force musculaire de l'ouvrière, ils sont, par ce fait même, possibles pour la machine à coudre, parce qu'ils ont l'énorme avantage de ne pas altérer la santé, car l'effort exercé sur une manivelle pendant un temps très-court et à de longs intervalles n'a rien de comparable au mouvement continuel des pieds qui ont toujours une trop grande course à faire dans l'emploi de la pédale.

Moteur à ressort de M. Gunzburger. — Le moteur à ressort de M. Gunzburger constitue un appareil complétement séparé de la machine qu'il doit actionner. Son ressort est enfermé dans un barillet cylindrique qui, en tournant, met en jeu une série d'engrenages allant jusqu'à la poulie motrice. Il occupe à peu près autant de place que la machine à coudre, mais il est environ moitié moins haut, peut se poser sur un parquet sans rien abîmer et fonctionne très-régulièrement. Ce qu'il y a de particulier, c'est que son ressort peut être remonté à tout instant par une manivelle placée à la portée de l'ouvrière qui sans se déranger de son travail, peut, de temps à autre, entretenir la tension du ressort. Une petite pédale actionnant un frein, commande la marche, le rallentissement ou l'arrêt.

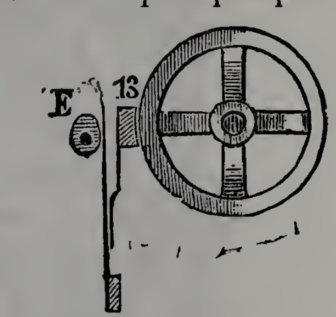


Fig. 40.
Moteur à ressort de Schreiber.

Moteur à ressort de Schreiber, Salomon et Cie, de Vienne. — Ce moteur est logé comme un tiroir sous la table de la machine, il se compose, fig. 40 et 41, d'un barillet contenant deux ou quatre forts ressorts T, que l'on arme au moyen d'une transmission à vis sans fin et engrenages terminés par une manivelle.

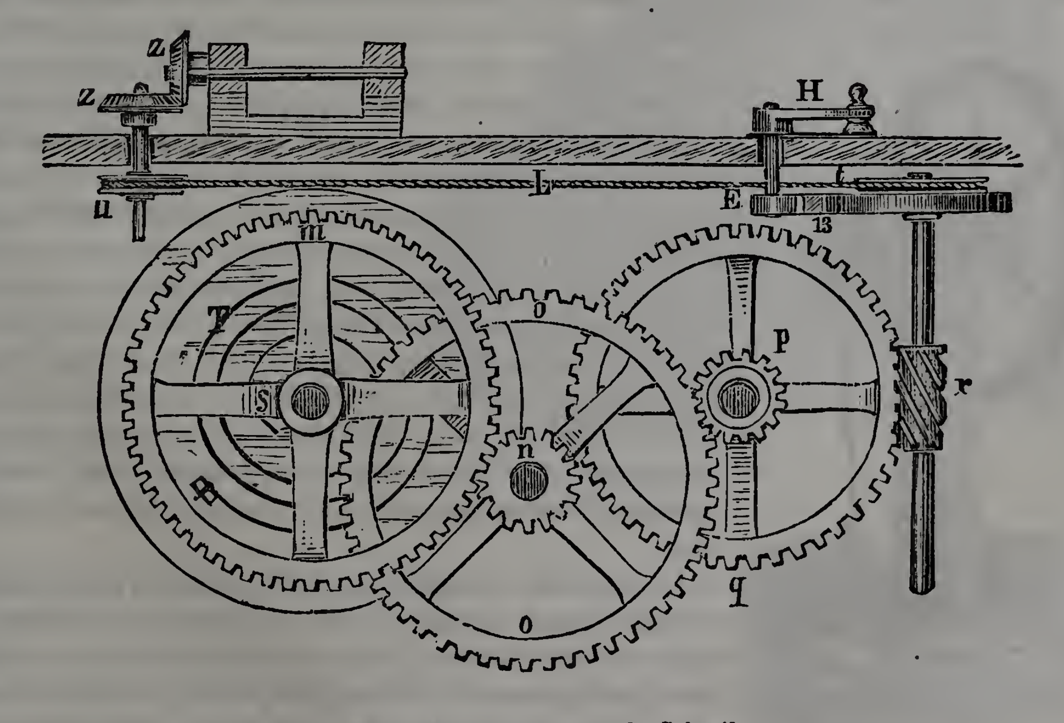


Fig. 41. — Moteur à ressort de Schreiber,

Le remontage exige trois à cinq minutes, et le ressort se dévide ensuite pendant un temps variant de une demi-heure à deux heures, suivant la vitesse que

l'on veut donner à la poulie motrice. L'axe du ressort étant rendu fixe par la roue et la vis sans fin du remontage, d'un pas très-faible ; le ressort en se dévidant, fait tourner la roue *m* fixée sur le barillet, le pignon *n*, la roue *o*, le pignon *p*, la roue à vis *q* et la vis sans fin *r*.

L'arbre de la vis sans fin *r* porte une poulie à gorge *t* qui commande, par une corde L, la poulie *u* de la machine à coudre ou de l'outil. Afin de pouvoir régler la vitesse du moteur, la poulie motrice *t* porte une couronne lisse sur laquelle on fait presser plus ou moins un frein 13, au moyen d'un excentrique E fixé sur l'arbre d'une petite manivelle H, située sur la table, à la portée de l'ouvrière.

Moteurs à gaz. — Depuis quelques années, les moteurs à gaz ont pris une grande extension en raison des nombreux perfectionnements qu'ils ont reçus

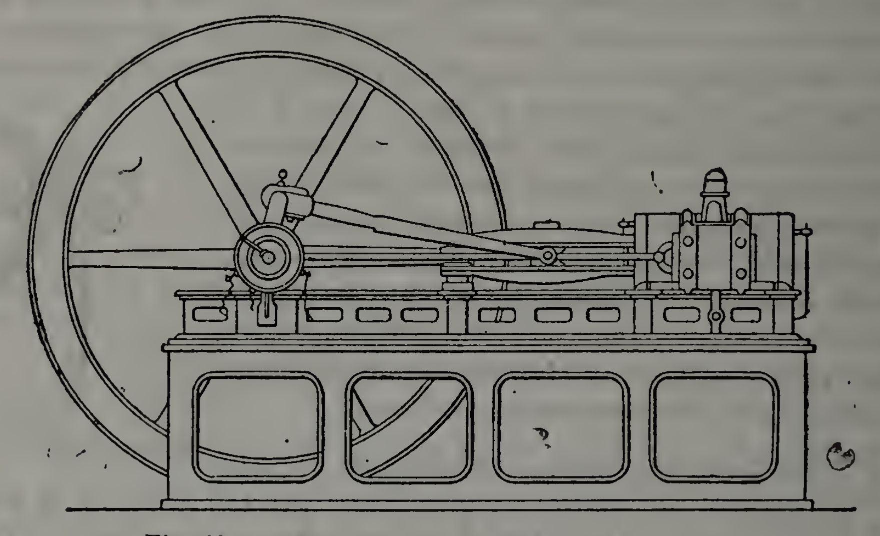


Fig. 42. — Machine horizontale (système Lenoir).

pour être appliqués à la petite industrie. La machine Lenoir fig. 42 a eu un certain succès, mais elle est aujourd'hui presque complétement abandonnée.

Le moteur Hugon est certainement très-ingénieux, fonctionne régulièrement et sans bruit, mais il ne se construit pas dans d'assez petites dimensions pour répondre aux besoins de la couseuse, et occupe un espace relativement considérable pour sa puissance; un courant d'eau est nécessaire pour refroidir son cylindre qui s'échauffe rapidement par les explosions du gaz produisant l'expansion de l'air chaud sur les deux faces du piston. Le plus petit modèle est de la force de trois hommes et coûte 1,200 francs, son prix est donc trop élevé, son installation trop difficile et son alimentation (eau et gaz) un peu coûteuse. Il ne conviendrait à la rigueur que pour des installations d'un certain nombre de machines à coudre réunies dans le même local.

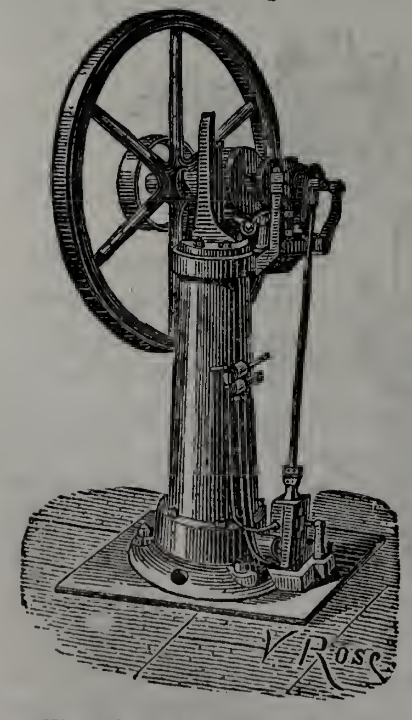


Fig. 43. — Machine verticale (système Langen et Otto),

Le moteur Langen et Otto, fig. 43 plus ancien, occupe moins de place que le précédent, sa disposition est verticale et l'air, au lieu d'agir par expansion, agit par raréfaction. L'explosion a lieu sous un piston libre et le chasse en haut, du cylindre, pendant cette course, le piston n'agit pas sur l'arbre moteur mais bientôt l'air chaud est refroidi par un courant d'eau, son volume se réduit et cause un vide relatif sous le piston qui

descend par la pression atmosphérique en entraînant l'arbre moteur au moyen d'un encliquetage; il en résulte un grand bruit et des dislocations fréquentes de la machine qui, comme celle de M. Hugon, consomme de l'eau et du gaz, est d'un prix trop élevé et trop puissante pour la machine à coudre. Ce moteur, comme le précédent, ne pourrait être appliqué qu'à un groupe de machines.

Le moteur Bischopp, fig. 44, répond beaucoup mieux aux conditions imposées, il peut se construire dans de petites dimensions, sa position verticale lui permet d'occuper peu de place et il n'exige pas de courant d'eau. La partie inférieure de son cylindre est munie d'ailettes saillantes, qui en augmentent assez la surface pour que le refroidissement ait lieu par le contact de l'air. L'explosion élève le piston et la pression atmosphérique le fait descendre, mais le plus grand effet est produit pendant l'ascension et l'on peut dire que ce moteur est à simple effet. Il peut fonctionner très longtemps sans surveillance car, par une disposition spéciale, il ne demande pas à être graissé dans les parties chauffées qui, dès lors, ne s'encrassent pas. Les seuls défauts que nous devons lui reprocher sont d'avoir une odeur désagréable, de dégager beaucoup de chaleur et de ne pas fonctionner très-régulièrement. Cependant, il peu être employé avec succès pour actionner une grande machine à coudre, une presse lithographique, un ventilateur, etc., installé dans un grand local.

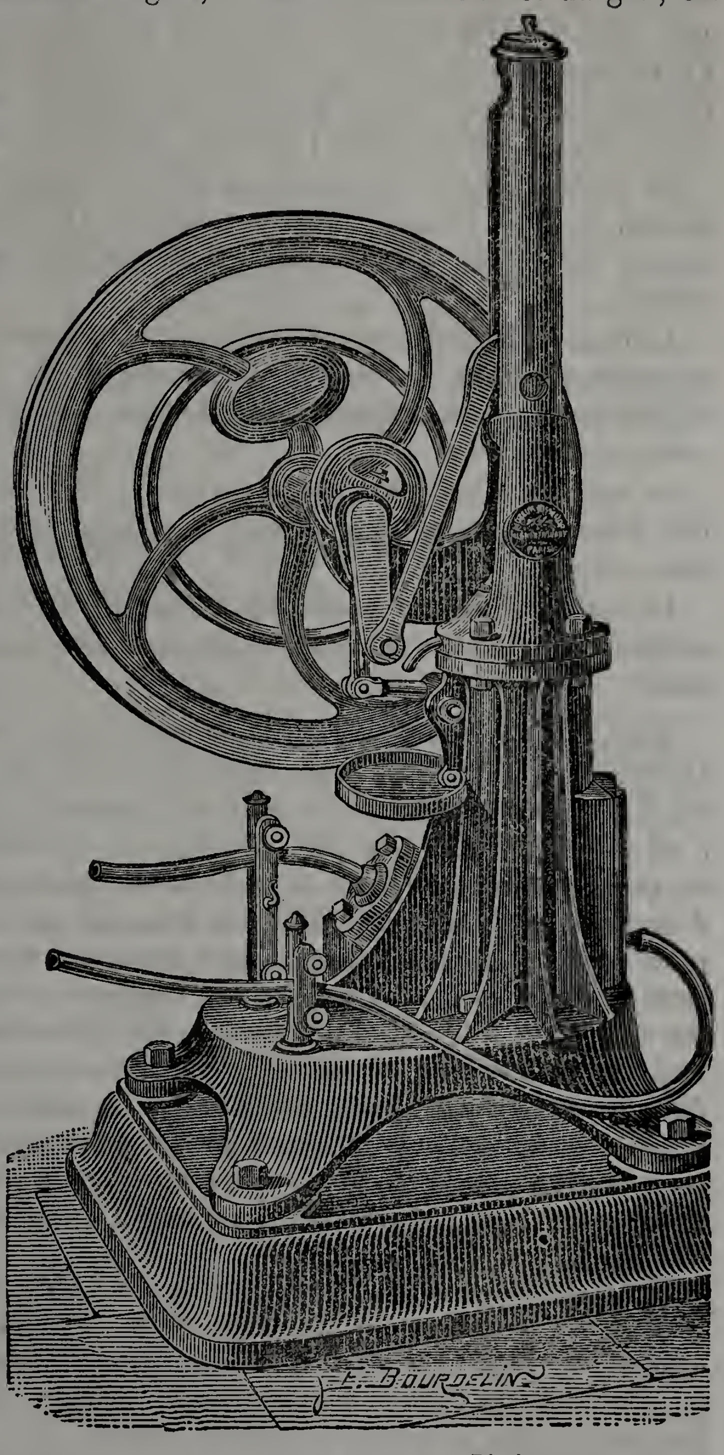


Fig. 44. — Moteur à gaz Bischop.

Moteurs à eau. — Dans les villes les mieux organisées comme service d'eau, et surtout à Paris, l'eau est d'un prix élevé et ne saurait être employée comme force motrice ; d'ailleurs sa pression est extrêmement variable, et l'ouvrier, qui habite les étages élevés des maisons de certains quartiers encore mal dotés, n'aurait cette eau qu'à une trop faible pression, il faut donc renoncer à cet excellent agent moteur; mais il est des villes où la pente naturelle du sol amène l'eau en charge avec abondance et où le moteur trouvera son emploi. Nous décrirons en quelques mots ceux qui figuraient à l'Exposition.

Le moteur Coque présente exactement l'aspect d'une petite machine à vapeur dont le tiroir est actionné par une came triangulaire pour que l'introduction de l'eau ait lieu pendant toute la course du piston, puisqu'elle ne se détend pas. Afin d'éviter les chocs résultant de l'arrêt brusque de l'eau par le tiroir, l'inventeur dispose un réservoir d'air sur le parcours du tuyau d'arrivée d'eau ; lorsque celle-ci se trouve arrêtée, elle pénètre dans le réservoir et amortit sa force vive en comprimant l'air qu'il renferme.

Le moteur Pezerat se compose d'un cylindre oscillant dans lequel la distribution se fait à l'aide de valves rotatives. Ce qu'il y a de particulier c'est que la course du piston est variable et qu'elle peut se proportionner aux besoins du travail.

L'appareil Schmid ressemble tout à fait à une machine à vapeur verticale à cylindre oscillant, le centre d'oscillation est situé à la partie inférieure du cylindre et fait lui-même la distribution, une heureuse disposition permet d'en compenser l'usure.

Le moteur Wyss n'est autre qu'une petite turbine donnant, il est vrai, de très-bons résultats, mais d'une puissance trop considérable pour le cas qui nous occupe.

La machine Turner ressemble beaucoup au moteur Schmid et n'offre aucun avantage particulier à signaler, au contraire elle a l'inconvénient de coûter plus cher.

Machine Gramme. — De même que le mouvement peut se transformer en électricité, l'électricité peut être convertie en mouvement, mais la difficulté est d'avoir une source économique d'électricité. La machine Gramme renversée, c'est-à-dire reliée à une pile, devient un excellent moteur, mais la seule pile un peu puissante est celle de Bunsen. Or, pour actionner une machine à coudre, il faut compter sur trois éléments Bunsen, qui consomment chacun en moyenne pour 0,10 centimes par heure, soit 3 francs par journée de 10 heures de couture, à peu près ce que gagne une femme en travaillant 8 heures à la pédale. On voit donc que sous le rapport de l'économie il ne faut pas songer aux moteurs électriques, et si l'on y ajoute les dangers que peuvent causer les piles dans un appartement, les émanations de vapeur délétères qui oxydent toutes les pièces métalliques et occasionnent des maladies des bronches et du larynx, on rejettera bien loin cette source de force motrice qui, du reste, a été abandonnée par tous ceux qui avaient pensé un moment pouvoir l'utiliser.

Transmission à vitesse variable de MM. Bataille et Bloom. — Le petit appareil très-simple et très-ingénieux de MM. Bataille et Bloom reçoit une application intéressante dans les machines à coudre mues par un moteur, celui-ci, étant souvent placé à une grande distance ou commandant plusieurs outils, ne saurait être accéléré ou ralenti chaque fois que l'ouvrière le juge convenable ; mais en reliant le moteur à la machine à coudre par un organe permettant d'obtenir des vitesses variables au moyen d'une vitesse uniforme, le problème est résolu. L'appareil Bataille et Bloom pl. I, fig. 1 et 2 se compose d'un arbre C recevant le mouvement uniforme du moteur par ses poulies folle et fixe D est porteur de deux lanternes coniques E E′ s'emboîtant l'une dans l'autre, la ligne d'intersection qui résulte de la pénétration des deux cônes est par conséquent un cercle dont le diamètre varie suivant le degré de pénétration. Un autre arbre C′, parallèle au premier, reçoit également deux lanternes *e e′* identiques aux précédentes. Les lanternes E et *e* sont fixes sur les arbres C′ et C tandis que celles E′ et *e′* sont mobiles et peuvent s'enfoncer plus ou moins dans les lanternes fixes qui les entraînent dans leur rotation par leurs

arêtes. La pénétration des cônes peut être réglée par une manivelle et un arbre auxiliaire porteur d'une vis sans fin qui déplace horizontalement une crémaillère F fixée sur la tringle K des deux fourchettes L L' embrassant les manchons des lanternes mobiles, on conçoit que le simple déplacement de la cremaillère détermine le rapprochement ou l'éloignement simultané des deux lanternes. On peut aussi les faire mouvoir par deux pédales H H' auxquelles sont attachées les extrémités de deux chaînettes faisant basculer un arc articulé, en son milieu, et dont la tige tire la tringle K qui entraîne les fourchettes L L' et croise plus ou moins les deux lanternes, ce qui augmente ou ralentit le mouvement. Un levier Q', tiré par la poignée Q, fait appuyer le frein P sur la corde réunissant les deux cônes qui se comportent alors comme deux poulies à gorge qu'il suffit de relier par une courroie H, car dans cette disposition, la somme des diamètres des poulies est toujours constante : le diamètre d'une des poulies augmente de la même quantité que celui de l'autre diminue, et l'un est à son maximum quand l'autre est à son minimum. Entre les positions extrêmes, l'apppareil peut prendre toutes les positions intermédiaires auxquelles correspondent toutes les vitesses possibles de l'arbre C' et de la poulie D.

IV. — DIVERSES MACHINES ET ACCESSOIRES EMPLOYÉS A LA CONFECTION DU VÊTEMENT

Diverses petites machines, appareils et outils servant à la confection d'une ou plusieurs parties du vêtement n'ont pu trouver place dans les chapitres précédents, nous les avons réunis sous un même titre malgré leur dissemblance. Ce sont les machines à plisser, celles à couper les étoffes, enfin les fers de tailleurs et les appareils à repasser.

Machines à plisser. — Ces machines sont, à l'Exposition, en assez grande quantité, cela tient uniquement à la mode actuelle des vêtements de dames et de la lingerie dont toutes les parties sont plissées, on en trouve, en effet, dans les expositions de MM. Jeansaume, Vigneron, Cordelat, Mutel et Dupont, etc., et en Angleterre chez MM. Newton, Wilson et Cie de Londres. Ces machines sont toutes composées d'un rateau ou couteau doué d'un mouvement alternatif formant les plis, puis de deux cylindres superposés dont l'un est chauffé, ou bien de deux cylindres placés horizontalement à une petite distance et ayant entre eux, sur la table d'entraînement, un fer plat chauffé au gaz ou avec une lampe.

Machine de M. Jeansaume. — Elle est du type à cylindres superposés ; l'un des cylindres, celui de dessous, est creux et en fonte pour être chauffé, celui de dessus est garni d'un feutre ou de tissus souples et s'appuie sur le gros cylindre avec une pression donnée par deux forts ressorts à boudin sur lesquels on peut appuyer à volonté par un volant à encliquetage fixé sur la traverse haute de la machine. Le bâti est celui d'une machine à coudre, et le fonctionnement a lieu par pédale, un premier arbre commandé directement communique son mouvement aux rouleaux par un renvoi de roues d'engrenages, puis, à gauche, se trouve un cône à huit ou dix poulies correspondant à un autre cône semblable monté sur un arbre parallèle qui porte en son milieu un excentrique donnant au rateau un mouvement de va et vient qu'on peut allonger ou raccourcir au moyen des vis du châssis du rateau.

A l'aide des arbres à cônes, l'un commandant le mouvement d'entraînement, c'est-à-dire les cylindres, l'autre le mouvement du rateau, on peut, par un simple déplacement de la corde qui relie les cônes, obtenir tous les plissés

qu'on voudra. En effet, si l'on fait marcher vite les cylindres, et doucement le rateau, on obtiendra des petits plis très-distancés, au contraire si les cylindres vont doucement et le rateau très-vite on aura des plis très-rapprochés et très-petits. Tous mouvements combinés entre ces deux extrêmes peuvent satisfaire complétement les besoins. On peut obtenir les plis plus ou moins profonds en faisant varier la course du rateau. Enfin, quand chaque pli est fait, le rateau est élevé par un excentrique afin de ne pas gêner la marche de l'étoffe ; un levier relève le rateau lorsqu'on veut retirer le tissu engagé.

Machine système Berthélemy, exposée par MM. Lipart et Cordelat.—Cette machine fig. 45 est différente de la précédente dans sa forme et dans ses mouvements,

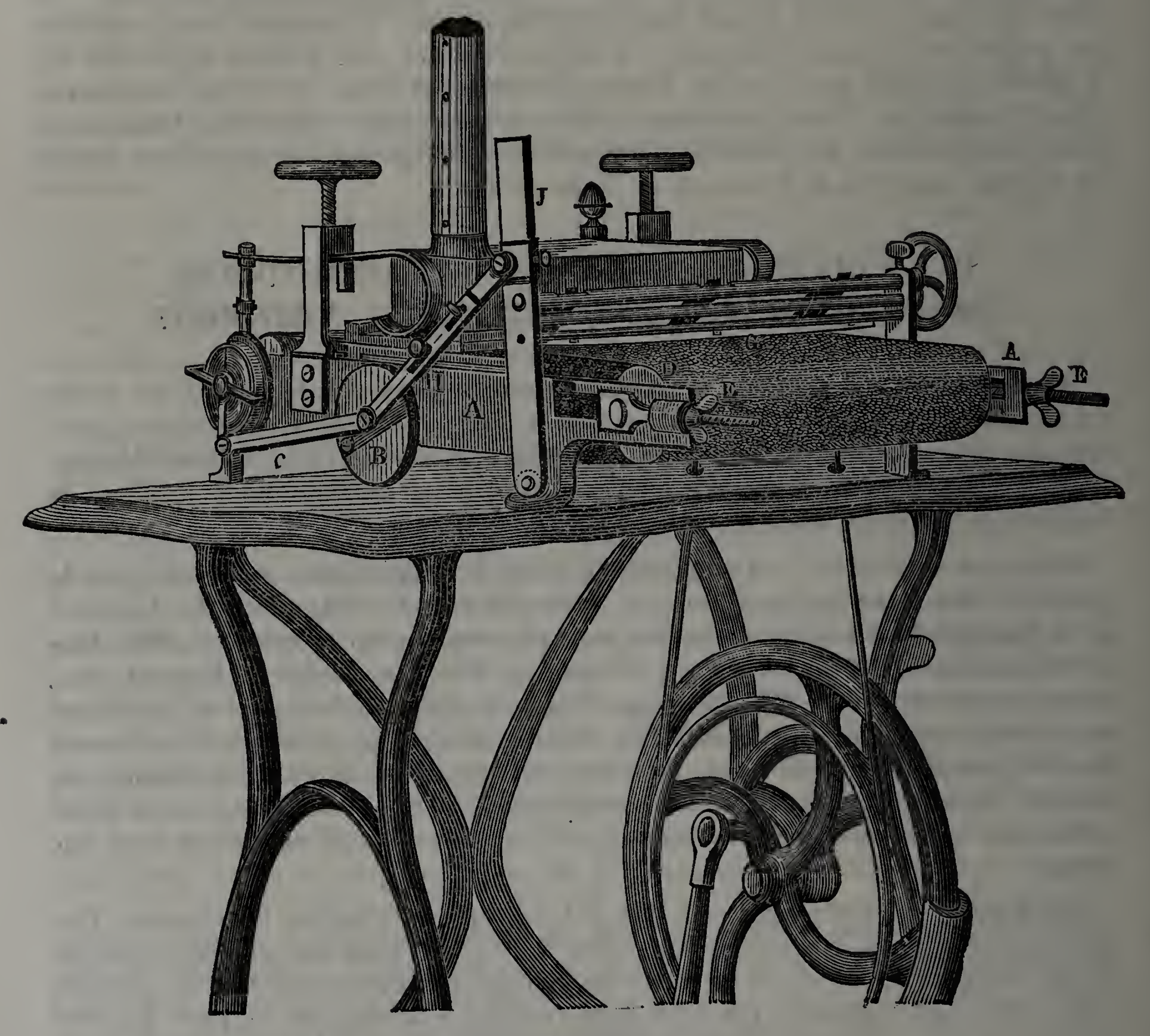


Fig. 45. — Machine Barthélemy.

bien qu'elle donne le même résultat; elle est placée sur une table portée par un pied de machine à coudre, une pédale de machine également fait tourner un volant par l'intermédiaire d'une bielle. La machine à plisser proprement dite est composée de deux bâtis A et d'un arbre recevant le mouvement du volant, à gauche est un disque B portant diamétralement une rainure dans laquelle une pièce en queue d'aronde portant un axe peut se mouvoir à volonté, et une bielle C commande un rouleau en bois par un encliquetage ; en avant est un rouleau D semblable dont l'axe, à chacune de ses extrémités, peut coulisser dans le bâti évidé et être réglé par deux écrous à oreilles E E qu'il suffit de tourner, sur ces deux rouleaux est tendu un drap sans fin qui fait l'entraînement, au-

dessus du drap, et entre les deux rouleaux, est un fer que l'on chauffe par un moyen quelconque, gaz, lampe ou autrement. Les plis sont formés par un couteau G doué d'un mouvement de va et vient en s'appuyant sur le tissu à plisser, il est commandé par une bielle en deux pièces à coulisse H, pouvant varier de longueur et actionnant un levier J portant le couteau. Pour faire des plis éloignés les uns des autres, on donne un mouvement plus rapide aux rouleaux en éloignant du centre l'axe du plateau de commande B, on diminue aussi à volonté la profondeur des plis en variant la course du levier J. Le coulisseau est muni d'une aiguille qui indique sur une division la longueur des plis. Cette machine qui fonctionne continuellement nous semble simple et pratique.

Machines anglaises à plisser. — La maison Newton, Wilson et Cie expose une collection de machines à plisser pour divers usages. L'une d'elles, de petites dimensions, se pose sur une table par des crampons, le chauffage est placé dans une boîte en fonte qui fait l'office de fer à repasser et le couteau, faisant les plis et l'entraînement en même temps, reçoit un mouvement alternatif par une poignée que l'on manœuvre à la main ; en limitant sa course par le déplacement d'un goujon, on modifie la grandeur des plis. Cette petite machine est destinée par son bas prix aux usages domestiques.

Un second appareil plus grand, convenant aux couturières, est conduit par un volant à poignée et le plissage se fait par un couteau qui reçoit un mouvement alternatif, le tissu plissé passe entre deux cylindres dont un est chauffé au gaz ou par une lampe à esprit de vin ; la grandeur des plis est réglée par le serrage des deux vis.

Une troisième machine de grandes dimensions est destinée au plissage des draps et tissus épais pour costumes ; le tissu est plissé et entraîné par deux chaînes Galle se mouvant parallèlement et portant des couteaux qui s'entre-croisent. La machine est chauffée comme les précédentes, mais fournit un travail plus considérable.

Machines à couper les étoffes. — Depuis dix années les machines à couper les draps, tissus et doublures sont employées de plus en plus dans la confection des vêtements d'hommes, pour la chaussure, la chemiserie, lingerie, équipement militaire ; elles rendent de grands services, car leur travail est parfait et le débit d'une machine est celui de plus de vingt-cinq ouvriers coupeurs au ciseau. Toutes les fabriques de quelque importance en font usage. Les fabricants peu nombreux ne varient pas beaucoup leurs systèmes, c'est toujours une scie à lame sans fin, avec ou sans dents, fonctionnant par pédale, à la manivelle ou à la vapeur, les différences portent sur les détails. Trois machines de bonnes dimensions sont exposées par MM. Gérard, Duplessis et Langlois, et deux petites sur des tables de machines à coudre, par MM. Peugeot et Onfray.

Machine de M. Gérard. fig. 46 — Elle est composée d'une solide table en bois A, en dessous une pédale B fait tourner un volant qui communique son mouvement à une poulie C fixée sur un arbre à l'extrémité de la table, cet arbre porte une poulie D à lame, et une autre poulie semblable E tourne sur un axe fixé sous la table, enfin une troisième F est placée au-dessus de la table à l'extrémité d'un bras en fonte H ; elle peut, par une vis, être élevée ou abaissée et, un peu en contrebas, un guide G maintient la lame qui suit un triangle en passant sur les trois poulies D E F. Cette lame peut être dentée comme une scie et employée pour les doublures, bougrans, etc., qu'on laisse plus grands pour faire les remplis mais pour les draps et autres tissus, on se sert d'une lame affutée d'un côté comme un couteau. On peut couper jusqu'à douze ou quinze centimètres de hauteur de tissus qu'on maintient bien serrés.

Fig. 46. — Machine à couper les tissus, de M. Gérard.

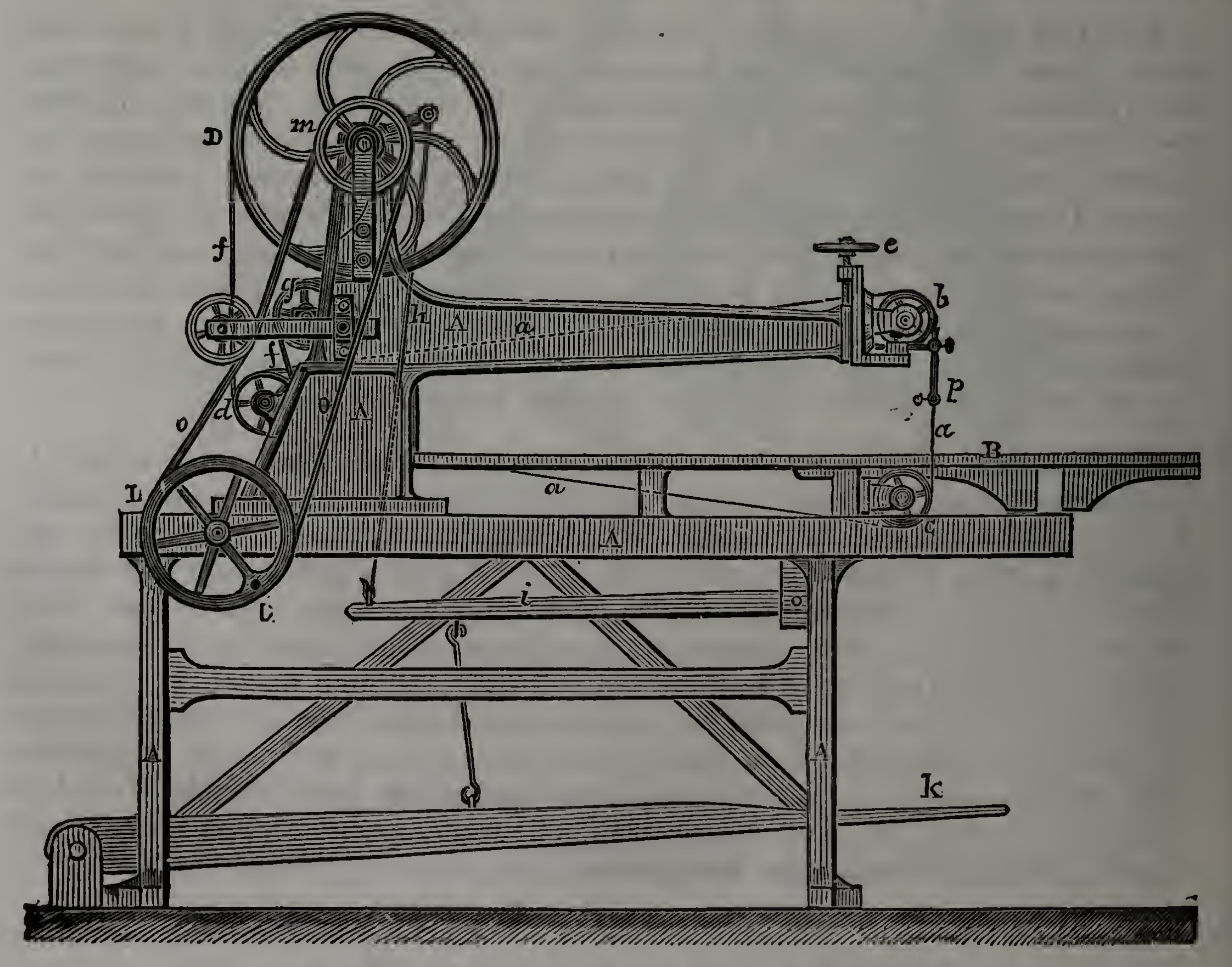


Fig 47. — Machine à couper les tissus, de M. Langlois.

Machine de M. Duplessis. — Elle est de plus grande dimension avec table et bâtis en fer et marche à pédale, mais peut aussi fonctionner par une manivelle ou par transmission à vapeur.

Machine de M. Langlois. — Cette machine destinée à couper le carton, le cuir et les étoffes est surtout intéressante dans la confection des vêtements où elle est employée sur une grande échelle dans les maisons les plus importantes, elle coupe avec facilité jusqu'à cent étoffes (selon l'épaisseur) pour paletots, gilets, pantalons, cottes, caleçons, chemises, etc,. et peut produire ainsi quarante-cinq douzaines de pièces à l'heure ; on l'emploie aussi pour la soie, le velours, la flanelle, le molleton, etc. Cette machine fonctionne par pédale ou par manivelle ou enfin par transmission à vapeur ; sa double pédale est douce et permet à un ouvrier seul de la faire fonctionner tout en dirigeant les tissus vers la lame.

La figure 47 montre une élévation de cette machine. Un bâti A porte une grande table B traversée par un couteau ou lame sans fin *a* qui est entraînée par des poulies *b c d* et dont la tension peut s'effectuer à l'aide de la poulie mobile *b* par la vis de rappel *e* ; seule, la poulie *d* est mise en mouvement et entraîne le couteau sans fin ; elle est commandée par le volant D dont la courroie *f* est tendue par un galet tendeur *g*. Le volant D, de son côté, reçoit un mouvement de rotation soit à l'aide d'une bielle *h* et d'un levier *i* amplifiant le mouvement de la pédale *k*, soit à l'aide d'une manivelle *l* montée sur une poulie L commandant celle *m* calée sur l'arbre du volant, soit enfin par une courroie venant d'un moteur quelconque et passant sur la poulie L. Un galet tendeur sert à donner la tension nécessaire à la courroie *o*. Afin de soutenir le couteau sans fin à l'endroit où il coupe et où il fatigue le plus, un guide *p* est fixé au col de cygne du bâti A et peut se régler suivant la hauteur des différentes étoffes à couper.

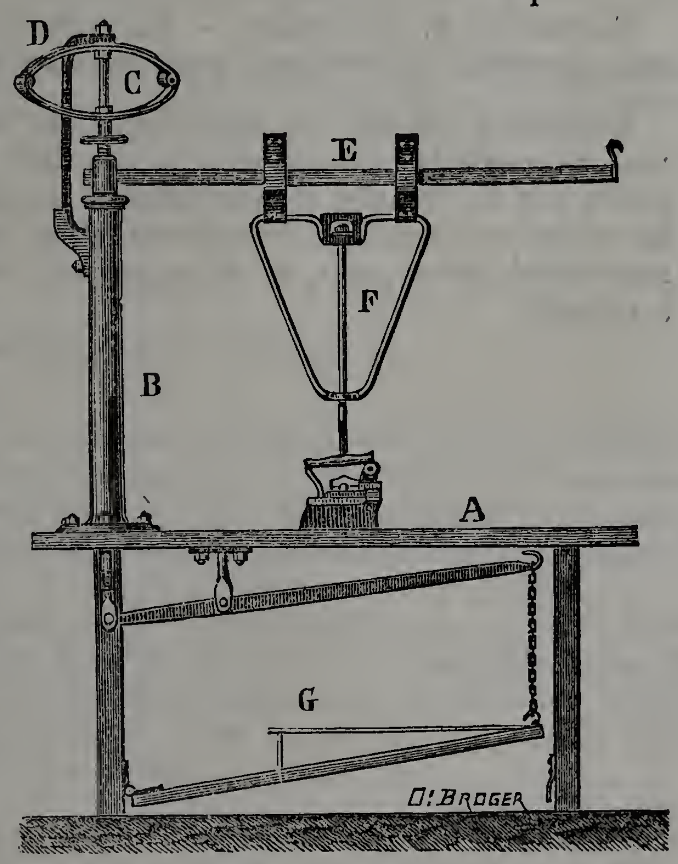


Fig. 48. — Machine à repasser de M. Ruger.

Fers et machines à presser et repasser pour tailleurs et lingerie. — Divers fers et fourneaux sont exposés par MM. Fournier et Ruger et des machines à repasser pour tailleurs par MM. Brunswick et Ruger, enfin une machine pour lingerie par M. Hayem.

Le fer de M. Fournier est composé d'une boîte creuse portant quelques trous vers sa pointe et sur sa surface un assez grand nombre de petites tiges destinées à soutenir le charbon, une partie supérieure ajustée à la précédente est munie d'une poignée et d'une porte à l'arrière pour donner de l'air et faciliter la combustion du charbon ; le combustible se charge par le talon, il en résulte que les gaz de la combustion se brûlent plus ou moins parfaitement en passant sur la partie enflammée.

Le fer de M. Ruger est creux et en fonte ; à son talon, il a une ouverture circulaire que l'on bouche plus ou moins pour le tirage par une rondelle mobile ; en dessus, à côté de la poignée, est une petite cheminée qui dégage les gaz imparfaitement brûlés. La machine à presser les vêtements du même constructeur fig. 48 nous semble bien comprise et d'un usage très-facile ; à l'extrémité de la table de repassage A s'élève une colonne creuse B dans laquelle est une tige C qui dépasse la colonne et est terminée par un écrou maintenu solidement à hauteur fixe ; en haut, sont deux forts ressorts D opposés comme ceux d'une voiture, ils font pression sur la tige et par suite sur la barre qui porte le fer, cette barre horizontale E, fixée à la tige, est mobile comme elle et tourne autour de la colonne, elle porte le support du fer F qui roule dans toute sa longueur, enfin une double pédale G soulève le fer à volonté. Le fonctionnement est facile, il suffit de conduire le fer à la main par une poignée, il presse suffisamment et se déplace dans tous les sens très-aisément.

Machine de M. Brunswick. — Elle diffère de la précédente en ce que la traverse porte-fer est fixe tandis que l'autre est mobile.

Machine à repasser la lingerie de M. Hayem. — Elle est composée d'un rouleau garni de molleton comme une table à repasser et d'un fer creux suspendu par des tringles correspondant à une pédale, le chauffage se fait au gaz, les objets se placent sur le cylindre, et en appuyant sur la pédale munie d'un assez lourd contre-poids, on fait appuyer le fer à repasser qu'on peut incliner à volonté.

G. Bardin.

L'ALGÉRIE [1]

INDUSTRIE, AGRICULTURE, STATISTIQUE.

SOMMAIRE

I. Tissus, vêtements et accessoires. — II. Outillage et procédés des industries mécaniques. — III. Mobilier et accessoires. — IV. Produits alimentaires. — V. Éducation et enseignement. Matériel et procédés des arts libéraux. — VI. L'Agriculture.

I. Tissus, vêtements et accessoires.

Fils et tissus de coton. — On fabrique en Algérie des étoffes grossières en coton, mais en très-minime quantité. Les tissus employés par les Européens et par les indigènes viennent, en grande partie, des manufactures françaises qui entretiennent, sous ce rapport, un commerce considérable avec la colonie.

Fils et tissus de lin, de chanvre, etc. — Les tissus de lin, de chanvre et des autres végétaux textiles sont de la même provenance. Toutefois, dans les cercles de Bougie et de Djidjelli, les Kabyles tissent, avec des chanvres et des lins du pays, une toile de qualité inférieure, mais très-solide. Cette production est nécessairement limitée aux besoins locaux.

Fils et tissus de laine peignée. — Le tissage des étoffes de laine chez les indigènes est une industrie purement domestique; il n'existe chez eux rien d'analogue à ce que l'on nomme une fabrique. Les tissus sont faits d'après un système primitif, c'est-à-dire en simple chaîne et en simple trame. Ce sont les femmes, dans les tribus, qui filent la laine, qui la peignent le plus souvent et qui tissent l'étoffe. Leur outillage consiste dans deux traverses en bois de 3 à 4 mètres de longueur, fixées sur des piquets fichés en terre, et sur l'une desquelles est enroulée la chaîne du tissu à fabriquer. Deux roseaux remplacent les deux parties du métier de tisserand, dont le mouvement vertical alternatif divise la chaîne et livre passage à la navette. Les femmes parviennent, dans ce travail, à un grand degré de dextérité, et elles produisent des étoffes qui, pour la régularité, le disputent aux tissus ouvrés par les machines, et leur sont supérieures pour la souplesse et la durée.

---

(1) Un chapitre sur l'Algérie a été publié dans le tome IX, p. 446 et suivantes, les notes que nous donnons ici sont extraites du *Catalogue officiel* et viennent compléter ce qui a été dit précédemment sur notre belle colonie.

L'industrie française a le monopole, à peu près exclusif, de la fourniture des étoffes de laine aux Européens fixés en Algérie. Elle fabrique aussi une notable quantité de tissus de même nature à l'usage des indigènes.

Soies et tissus de soie. — Avant la conquête, Alger confectionnait la plus grande partie des étoffes de soie employées dans la régence. Aujourd'hui l'industrie lyonnaise est entrée en possession presque complète de l'approvisionnement de la colonie. La ville d'Alger a conservé néanmoins la confection des broderies et passementeries particulières avec lesquelles les indigènes ornent leurs vêtements.

Les principaux tissus expédiés de Lyon sont : les satins unis et brochés, les reps, les damas, quelques moires antiques. Les femmes juives et les musulmanes recherchent ces tissus à cause de leurs dessins à grandes dispositions qui en augmentent l'éclat. Il se fait même à Lyon des satins brochés or fin et mi-fin, spécialement pour l'habillement des femmes indigènes.

Dentelles, tulles, broderies et passementeries. — Les femmes mauresques ont une remarquable aptitude pour les travaux de broderie et de passementerie, en soie, en or, en argent, sur cuir, sur velours, sur étoffes diverses. Ces ouvrages procèdent du style arabesque qu'on retrouve dans toutes les manifestations du luxe oriental, dans les monuments, dans l'habillement, dans la calligraphie.

Les ouvriers indigènes se livrent aussi à la confection des objets brodés qui sont ordinairement des couvertures de selles, des brides, des poitrails, des *djebiras* (portefeuilles de selle) et des chaussures. L'industrie française, avec les nombreuses ressources dont elle dispose, imite depuis longtemps les dessins et les ouvrages des musulmans. Ce fait a contribué à tarir une source de travail pour une partie de la population indigène dont les moyens d'existence sont forcément limités.

Articles de bonneterie et de lingerie. Objets accessoires du vêtement. — Les israélites aisés, les musulmans habitant les villes et quelques chefs de grande tente portent presque seuls des bas ou des chaussettes ; chez les indigènes de toute classe, les deux uniques objets de lingerie en usage sont la chemise en étoffe de coton, de fabrique française, et la « gandoura, » qu'on achète toute confectionnée dans les villes. Les éventails fabriqués par les indigènes sont ordinairement formés de feuilles de palmier nain ou de palmier-dattier tressées. Il y a aussi les éventails en plume d'autruche avec ornements divers. La forme des premiers est carrée ; celle des seconds est arrondie.

L'Algérie produit en abondance des bois propres à la fabrication des cannes ; tels sont ceux du palmier-dattier, qu'on trouve dans les oasis, du myrte, de l'olivier, du citronnier, du chêne vert, du genévrier, etc., qui se rencontrent principalement sur le littoral.

Habillement des deux sexes. — A travers douze siècles d'islamisme, il ne s'est opéré aucun changement notable dans le costume des indigènes. Au point de vue des conditions hygiéniques et du climat, ce costume a sa raison d'être, et on comprend que le musulman éprouve une certaine répugnance à lui substituer nos vêtements.

La tête est rasée avec soin, à l'exception de la partie supérieure, où croît une longue mèche. Le crâne est protégé par une légère calotte en cotonnade, sur laquelle est placée une seconde plus grande de laine rouge (*chachia*). Chez les Arabes, c'est sur ce fond de coiffure que sont roulées les longues pièces d'étoffe

qui forment le turban, ou bien des cordes de poil de chameau destinées à maintenir les plis gracieux d'une étoffe (*haïk*) en soie ou en laine, retombant sur les épaules. Un pantalon très-large (*seroual*), serré au genou et retenu autour de la taille par une longue ceinture de soie, une chemise de grande dimension (*komidja*), un burnous blanc pendant l'été sur lequel est jeté un épais burnous noir pendant l'hiver, tels sont les vêtements les plus usuels des indigènes de la tente. Les pieds sont à l'aise dans de vastes pantoufles (*sobbat*) à bouts arrondis et sans talons.

Le cavalier arabe est chaussé de bottes molles, le plus souvent en cuir rouge (*djezma* ou *temag*), ornées de points dorés ou soutachées de soie bleue. Il porte, en outre, une veste brodée, aux manches fendues, garnies de boutons sur deux rangs.

L'habillement de l'indigène habitant les villes comprend, indépendamment de la chemise et du pantalon à plis, un gilet (*bedaia*) sans manches et fermé; un autre gilet, ouvert et flottant; une veste (*relila*) coupée à la hauteur de la taille, ornée de broderies; une large ceinture (*heuzam*) en soie, laine ou cachemire.

Les femmes des tribus ont un costume très-simple consistant en une robe en calicot ou en laine. Celles qui résident en ville ont un vêtement plus varié. Dans l'intérieur de la maison, elles mettent par-dessus la chemise une sorte de longue veste en drap, ouverte sur le devant, brodée ou garnie de passementeries; sur cette veste, une robe de chambre en laine (*gandoura*). Quand elles sortent, un voile carré (*eudjar*) en batiste ou en mousseline légère cache entièrement la figure à l'exception des yeux. Le pantalon (*seroual mta ez-zanka*), attaché à la taille au moyen d'une coulisse, vaste et bouffant, s'arrête aux chevilles. Une courte jupe (*fechtan*), ne dépassant pas les genoux, recouvre en partie le pantalon. Le *fouta* (en coton) ou le *tekhila* (en soie), qui affecte la forme d'un châle, complète l'habillement du dehors. Ce châle enveloppe la tête, retombe sur les épaules et les reins pour finir en pointe, puis il est ramené devant la poitrine avec les mains. La chaussure (*chebrella*) est large, découverte et arrondie du bout.

Presque tous les vêtements en laine, servant à l'usage des indigènes, sont fabriqués au métier. Quelques localités, qui ont une spécialité pour ce genre de fabrication, produisent pour le commerce, notamment dans les cercles de Biskra et de Bordj-Bou-Areridj (province de Constantine).

Joaillerie et bijouterie. — Le luxe des bijoux est chez les indigènes un mode de placement de leurs capitaux; aussi tiennent-ils plutôt à leur valeur intrinsèque qu'à la beauté de l'exécution. Les femmes qui jouissent d'une certaine aisance portent comme ornements de tête des diadèmes, des chaînes à plusieurs rangs (*selsela*), à larges anneaux, avec crochets d'attache qui se fixent de chaque côté des tempes; aux oreilles des anneaux (*mkafel*) garnis de perles filigranées, très-variés de forme et de matière; aux poignets et aux chevilles des bracelets (*msaiskhalkhal*) en or, en argent ou en corne; aux doigts des bagues (*khatem*) nombreuses à chaton et à pierre; autour du cou des colliers (*kelada*), agrémentés de plaques diverses.

La fabrication des bijoux est monopolisée, en partie, entre les mains des israélites des grandes villes, Alger, Constantine, Oran, Tlemcen, Bône, etc. On en fait aussi beaucoup en Kabylie. Cette fabrication est depuis longtemps soumise, en Algérie, à un service de contrôle qui donne toute garantie aux acheteurs.

Armes portatives. — L'industrie de l'armurerie, qui était très-active chez les indigènes avant l'occupation française, a considérablement diminué. Recon-

naissant la supériorité de nos armes, un grand nombre d'Arabes viennent s'approvisionner dans nos ateliers.

C'est dans le pays kabyle que l'on rencontre encore le plus grand nombre d'ouvriers. Pour les armes à feu, ils se divisent en deux catégories: les *serrarine*, qui fabriquent les bois de fusil, et les *znaidia*, qui confectionnent les platines. Les capucines et les ornements incrustés dans le bois sont préparés par les orfévres juifs. Quant aux canons, on les tire du dehors.

La tribu des Flissa, dans la Grande Kabylie, a la spécialité de la fabrication d'une arme blanche très-répandue dans le commerce. Cette arme, qui porte le nom même de la tribu, est large vers le milieu, évidée aux deux extrémités, et se termine en pointe.

Objets de voyage et de campement. — Les objets servant au déplacement des indigènes des tribus sont, en grande partie, l'œuvre des femmes. Tels sont ces longs *felidj* tissés en laine, poil de chèvre et poil de chameau, qui, cousus ensemble, composent la tente; les *tellis*, qui contiennent les grains, les sacs en laine où sont renfermés les bijoux et le linge de la famille, les tapis sur lesquels on couche. Les chameaux et les mulets constituent presque l'unique moyen de transport des indigènes. On adapte sur ces animaux des bâts *(haouia, berdax)* composés d'une charpente légère recouverte de coussins.

Dans la vie nomade des Arabes, les objets de campement sont d'un usage en quelque sorte journalier et ils composent l'ameublement ordinaire de leur habitation.

STATISTIQUE.

Le tableau suivant indique, pour les années 1867 et 1876, la valeur officielle en francs des objets appartenant au quatrième groupe, qui donnent lieu à un mouvement considérable d'importation en Algérie.

DÉNOMINATION DES OBJETS.	ANNÉE 1876.	ANNÉE 1867.
	francs.	francs.
Tissus de coton	56,402,953	38,607,409
— de chanvre	5,371,460	4,437,150
— de laine	10,430,888	8,511,069
— de soie	3,351,554	3,031,183
Mercerie	1,809,902	1,441,390
TOTAL	77,366,757	56,028,201

Il résulte de ce tableau que la valeur des importations de tissus et des articles de mercerie, en majeure partie de provenance française, présente, en 1876, une augmentation de 21,338,556 francs sur l'année 1867, soit près de 14 %. Cette augmentation, qui témoigne de la faveur dont jouissent dans la colonie nos marchés industriels, provient de l'accroissement de la population européenne, et de la tendance de plus en plus prononcée parmi les indigènes à employer à leur usage les étoffes de la métropole qu'ils ne peuvent produire à un aussi bon compte.

II. Outillage et procédés des industries mécaniques.

L'Algérie est un pays de colonisation qui se développe surtout au point de vue agricole et dans lequel les industries concernant l'outillage et les appareils mécaniques sont encore en enfance. La plus grande partie des machines agricoles et des divers engins industriels sont achetés en France; quelques-unes sont fabriquées en Algérie, et on doit constater chez les colons une tendance de plus en plus marquée à se tenir au courant des progrès accomplis en Europe dans les arts mécaniques et dans l'application de la science à l'industrie. Nous citerons quelques exemples.

L'installation des chantiers de la grande minière d'Aïn-Mokhra, l'organisation et la direction du travail, le matériel et l'outillage sont remarquables à tous les points de vue, et permettent de citer cette grande exploitation comme un véritable modèle. Il en est de même des chantiers d'extraction que la Compagnie de la Tafna organise en ce moment aux mines de Beni-Saf.

L'emploi de la sonde pour obtenir des eaux jaillissantes est très répandu en Algérie. Le service des mines met à la disposition des particuliers les engins nécessaires, et de remarquables résultats ont été obtenus, notamment dans la plaine de la Mitidja.

Dans le sud de la province de Constantine, les sondages exécutés par les ateliers de M. Jus ont ramené la fécondité et la vie dans plusieurs oasis de l'Oued-Rhir. Le relevé des travaux exécutés dans cette région depuis 1856 jusqu'en 1876, montre que l'on a pratiqué 156 forages tubés représentant une longueur totale de 13 kilomètres et demi. Ces sondages ont fourni 193 nappes ascendantes et 287 nappes jaillissantes, débitant ensemble environ 200,000 mètres cubes d'eau en 24 heures. Ces intéressants travaux, qui excitent l'admiration et la reconnaissance des indigènes, sont poursuivis avec succès et nous assurent la domination et l'exploitation de toute la région de l'Oued-Rhir.

Les travaux de desséchement et d'irrigation ont en Algérie une grande importance et sont généralement exécutés par les services des ponts et chaussées et du génie.

Le desséchement du lac Fetzara, qui doit assainir les environs de Bône et rendre 12,000 hectares à la culture, vient d'être concédé à la Compagnie de Mockta-el-Haddid. Les barrages algériens ont fait depuis 1867 de notables progrès; ils sont presque tous terminés, et la répartition des eaux d'irrigation sera confiée à des syndicats dont l'administration étudie actuellement l'organisation. Nous citerons parmi les plus remarquables de ces travaux : les barrages du Sig, de la Mina, de l'Habra, de la Djidiouïa, dans le département d'Oran; ceux du Chéliff, du Hamiz et de l'Oued-Fodda, dans le département d'Alger.

Un grand nombre de colons, notamment les maraîchers, emploient pour leurs irrigations des bassins alimentés par une ou plusieurs norias. L'usage de cette machine économique est très-répandu dans la colonie et il existe actuellement à Oran et à Alger de bons fabricants de ces appareils.

L'organisation des usines agricoles a fait depuis une vingtaine d'années des progrès qu'il est utile de signaler. Il existe maintenant dans la plupart des grands centres agricoles de l'Algérie des minoteries, des fabriques de pâtes alimentaires, des brasseries, des distilleries parfaitement installées; plusieurs de ces usines fonctionnent à l'aide de machines à vapeur.

Le nombre et la valeur des instruments aratoires composant le gros matériel agricole des Européens et des indigènes, est évalué de la manière suivante dans les statistiques officielles :

	NOMBRE D'INSTRUMENTS.	VALEUR DU MATÉRIEL.
Année 1873 :		
Européens.	52.463	8.320.000f
Indigènes.	185.478	1.900.000
TOTAL.	237.941	10.220.000f
Année 1876 :		
Européens.	62.958	9.928.000f
Indigènes.	214.342	2.875.000
TOTAL.	277.300	12.803.000f

C'est-à-dire que la valeur du matériel agricole s'accroît d'environ 1 million par an.

Il n'existe en Algérie d'autres ateliers de réparations de machines que ceux des chemins de fer. En 1866, il n'y avait en Algérie que 93 machines à vapeur industrielles, d'une force totale de 894 chevaux. En 1876, on comptait 290 machines représentant 2,400 chevaux, indépendamment de 100 machines locomotives en service sur les chemins de fer.

Les chemins de fer constituent le plus puissant instrument de colonisation et de pacification définitive de l'Algérie; aussi tous les efforts de l'administration tendent actuellement à terminer le réseau complet d'intérêt général, dont le développement total sera de plus de 3,000 kilomètres.

Les voies ferrées actuellement exploitées ou en construction sont les suivantes (elles ont un développement kilométrique d'environ 1,500 kilomètres) :

Lignes exploitées	d'Oran à Alger.	426	kilomètres.
—	de Philippeville à Constantine	87	—
—	de Bône à Aïn-Mokhra.	32	—
—	de Bône à Guelma	90	—
—	de Sidi-bel-Abbès au Tlelat	52	—
	TOTAL.	687	—
Lignes en construction	d'Arzew à Saïda	212	kilomètres.
—	de Constantine à Sétif.	155	—
—	de Duvivier à Bône.	60	—
—	d'El-Guerrah à Batna.	80	—
—	du Kroubs aux frontières de Tunisie.	274	—
	TOTAL.	781	—

Enfin, sur la proposition du gouvernement, le ministre des travaux publics a nommé à Paris une commission spéciale pour étudier les chemins de fer algériens. Cette commission a classé en première urgence 1,078 kilomètres, dont les projets sont terminés et en a admis 1,187 à titre éventuel.

En 1866, il y avait en Algérie 200 kilomètres de rails et 15 locomotives; en 1876, il existait 1,600 kilomètres de rails et 101 machines locomotives en service, et le capital immobilisé dans les chemins de fer dépasse actuellement 180 millions.

L'Algérie renferme de nombreux matériaux de construction, de beaux marbres, et notamment d'excellents calcaires propres à la fabrication des chaux hydrauliques et des ciments artificiels.

La direction des travaux civils faisait figurer, dans une exposition spéciale, des

plans, des photographies et des documents divers qui permettaient d'apprécier l'importance des ouvrages d'art et des travaux de colonisation exécutés depuis vingt ans en Algérie.

Un bureau spécial de statistique et de renseignements établi à Alger fournit au public toutes les indications relatives à la colonisation, au commerce et aux entreprises industrielles.

III. Mobilier et accessoires.

Meubles. — Les Européens tirent leurs meubles de France ou les font fabriquer sur place par les ouvriers établis dans le pays, avec les essences de bois si variées et si riches qui peuplent la colonie, notamment le thuya, l'olivier, le citronnier, le genévrier et le chêne vert. La plupart des objets qui servent à l'ameublement des indigènes sont d'une grande simplicité et sont peu variés dans leurs formes. Il convient de mentionner entre autres le « *sendouk* », grand coffre ou bahut qui se trouve partout, sous le toit comme dans la tente. L'indigène y renferme ce qu'il possède de plus précieux. Il est souvent ouvragé, incrusté, peint ou orné de clous de cuivre.

Verrerie. — On trouve dans la colonie, principalement dans le département d'Alger, des sables silicieux propres à la fabrication du verre; mais, jusqu'ici cette industrie n'a pas été entreprise sur une large échelle.

Céramique. — Les Arabes fabriquent plusieurs espèces de poteries. Les unes affectent la forme de l'amphore et servent de récipient pour l'eau, l'huile ou le grain; les autres sont employées aux différents usages de la vie domestique. Les Kabyles ont conservé la tradition des formes étrusques que les Romains leur avait transmise. On voit chez eux des vases en terre rouge rappelant cette origine et décorés de dessins au vernis noir, préparé avec le bois de térébinthe.

Tapis. — La fabrication des tapis par les indigènes constitue, dans certaines tribus, une branche importante de commerce. Les plus renommés sont ceux qui viennent de Mascara, de Tlemcen, de Biskra et de Constantine.

Coutellerie. — En Kabylie, comme dans les tribus arabes, ce sont les forgerons qui fabriquent les couteaux ordinaires. La coutellerie indigène n'est sérieusement représentée qu'à Bou-Saâda, dans la province de Constantine.

Parfumerie. — Il n'est pas de contrée plus favorable que l'Algérie à la production des *plantes à essences;* sous aucun climat la flore n'est plus riche et plus abondante; aucun ne développe davantage dans chaque plante ces principes aromatiques et parfumés qu'utilise l'industrie. La fabrication et le commerce des essences ont pris, depuis un certain nombre d'années, un grand développement, particulièrement dans la province d'Alger. Chéragas est le berceau et le centre de cette production, qui de proche en proche a gagné la plupart des villages du Sael et de Métidja. Les végétaux spécialement utilisés sont les orangers et toute la famille des aurantiacées. On en extrait le néroli, qui est l'essence la plus estimée et la plus recherchée, les essences de petit grain, de cédrat, de bigarade de Portugal, de citron, et l'eau de fleurs d'oranger. Parmi les autres végétaux cultivés il faut noter le jasmin, la cassie, la tubéreuse, la verveine, le rosier, la menthe poivrée, l'absinthe, etc. Mais la

plante qui occupe la plus large place dans les cultures comme dans la production, c'est le géranium rosat, qui croît avec une merveilleuse rapidité et donne une essence qui remplace l'essence de rose, dont le prix est beaucoup plus élevé. Les plantes qui poussent à l'état spontané dans les champs, et qu'on emploie dans la distillerie, sont le thym, le myrthe, la lavande, le fenouil, le romarin, la sauge, la marjolaine, la menthe pouliot. Les essences fabriquées en Algérie, ont, jusqu'à présent, trouvé leur plus large débouché à Grasse (Var). La vente commence cependant à s'étendre plus loin ; les produits sont envoyés à Paris, dans d'autres villes de la France, en Allemagne et même en Angleterre. Ces nouveaux débouchés, en s'élargissant, permettront de donner à la culture des plantes à essences un grand développement.

Tabletterie et vannerie. — L'*ébénisterie fine* et la *tabletterie* ont été autrefois florissantes en Algérie. On fabriquait des coffrets ornés de marqueteries et d'inscriptions, des tables basses aux dessins harmonieux et beaucoup de petits meubles se distinguant par la grâce et le fini du travail. Cette fabrication est aujourd'hui très-restreinte. Les objets d'industrie indigène sont faits en bois blanc recouverts de peintures aux tons un peu vifs. Ils consistent en étagères *(merafa)*; appliques *(rchakat)* destinées à supporter des bougies ; coffrets en bois pour déposer l'argent et les bijoux; petites cassettes à tiroirs *(fenik)*, etc.

Les pipes dont se servent les Arabes sont composées d'un long tuyau en bois de merisier ou de cerisier; d'un foyer, soit en terre, soit en bois, portant des incrustations en cuivre, nacre et corail; et d'un bouquin d'ambre ou de verre. Les tuyaux se fabriquent un peu partout; les foyers incrustés se font à Mostaganem, qui en a la spécialité; quant aux foyers en terre et aux bouquins, on les tire de Smyrne ou de Constantinople. La confection des objets de vannnerie est, en quelque sorte, monopolisée par les nègres. Les nattes, paniers, corbeilles qui sortent de leurs mains sont bien tressés et très-solides, et les ornements en drap de couleur qui les enjolivent leur donnent un véritable cachet d'originalité. Dans les principales villes de l'Algérie, les ouvriers indigènes se livrent à la fabrication des objets en cuir *filali*, qui comprennent les porte-monnaie, les sacs à tabac, etc.

Statistique. — Le tableau suivant indique la valeur des importations de France en Algérie de certains objets appartenant au troisième groupe (Années 1867 et 1876) :

DÉNOMINATION DES OBJETS.	ANNÉE 1867.	ANNÉE 1876.
	francs.	francs.
Meubles.	1,108,353	1,920,731
Verres et cristaux	1,202,244	1,974,354
Faïence, porcelaine et grès commun.	816,824	1,324,672
Poterie de terre grossière.	137,603	367,015
TOTAUX	3,265,024	5,586,772

L'augmentation de 2,321,748 francs constatée en 1876 sur l'année 1867 provient, entre autres causes, de l'accroissement de la population européenne.

IV. Les produits alimentaires.

L'élément capital de prospérité de l'Algérie, celui qui domine et entraîne tous les autres, c'est l'Agriculture. Les terres cultivées se composent, en général, de débris de terrains de transition, de schistes argileux ou calcaires, de marnes, comme aussi de terrains d'alluvion formés d'argile et de sable en proportion convenable; elles peuvent se comparer aux riches plaines de la Picardie, de la Beauce et de la Brie.

Les *Céréales* constituent avec le *Bétail*, dont il sera parlé ailleurs, les bases essentielles de l'agriculture algérienne. Ces deux branches devraient s'avancer de front; mais la marche de la première est la plus rapide par suite de la participation directe des Européens à son exploitation. La seconde, au contraire, est restée à peu près exclusivement dans le domaine des indigènes. Mais cet état de choses cessera le jour où les chemins de fer auront pénétré de tous les côtés dans l'intérieur de la colonie et permis à nos éleveurs de s'installer sur les hauts plateaux.

Les *froments* de l'Algérie jouissent dans le commerce d'une faveur particulière à cause de la proportion considérable de gluten qu'ils contiennent.

Les *blés tendres* sont appréciés par la boulangerie de luxe; les *blés durs* sont recherchés pour la fabrication des pâtes.

L'*orge indigène* ne redoute aucune comparaison avec les variétés les plus estimées des autres pays. L'usage de plus en plus considérable qu'en fait la brasserie est une consécration de ses bonnes qualités, et, quelle que soit l'importance de la production locale, cette denrée trouvera toujours des débouchés suffisants. L'Algérie cultive le *maïs* et l'*avoine* dans une mesure trop restreinte. Dans les sols argileux, riches en détritus végétaux, l'avoine, dont le placement est facile en Europe, donne 50 hectolitres à l'hectare. Le maïs est, après le froment, la céréale la plus utile; aussi sa production tend à se développer dans la colonie. La culture du *riz* pourrait être abordée par les colons, sans aucun danger pour la santé publique, s'ils adoptaient les variétés dites sèches, qui ne réclament d'autres soins que ceux donnés aux blés. Les importations du riz atteignent, année moyenne, 1,500,000 kilogrammes. L'*alpiste* ou *millet long* fait aussi défaut au-delà de la Méditerranée. L'Algérie est à même de tirer un parti fructueux de cette graminée; elle y vient très-bien; son placement est facile.

Le rendement actuel de la culture européenne, pour les céréales, est, en moyenne, de 9 quintaux à l'hectare; celui de la culture indigène n'est que de 6, soit une différence de 3 quintaux à l'hectare. En adoptant ces bases, et en les appliquant aux étendues ensemencées depuis 1872, on est amené à constater que si, pendant la période 1872 à 1876, les indigènes avaient employé le même système de culture que les Européens, la production générale se serait accrue de 24,235,725 quintaux représentant à peu près une valeur d'un demi-milliard. La production moyenne de l'Algérie pourrait, dans ces conditions, s'élever annuellement à 27,000,000 de quintaux pour 3,000,000 d'hectares ensemencés, chiffre qui la mettrait dès à présent au même rang que la Turquie et l'Espagne. D'autre part, les terres susceptibles d'être ensemencées en céréales pourraient facilement s'étendre à 6,000,000 d'hectares.

Mais, sans même se préoccuper d'un accroissement réservé à l'avenir, il est facile, dès à présent, de saisir l'immense intérêt économique qu'il y aurait à introduire le plus promptement possible nos procédés chez les indigènes. Parmi les produits qui témoignent des progrès de la colonisation, les *huiles d'olive*

tiennent un des premiers rangs. L'olivier croît spontanément en Algérie. Depuis des siècles, il s'y propage de lui même, sans culture, et fournit des fruits abondants. Bien préparées, les huiles d'olive du pays ne le cèdent en rien aux plus renommées du Midi de la France; elles en possèdent le goût exquis et les qualités qui les font rechercher.

En 1876, les Européens ont récolté 11,343,795 kilogrammes d'olives; ce chiffre offre une augmentation de 2,682,784 kilogrammes sur celui de l'année précédente. La quantité d'huile fabriquée a été de 30,163 hectolitres. Les indigènes, de leur côté, ont récolté 85,199,023 kilogrammes d'olives et fabriqué 252,807 hectolitres d'huile, soit une augmentation sur les chiffres correspondants, en 1875, de 5,259,711 kilogrammes d'olives et de 59,805 hectolitres d'huile.

Peu de produits de la classe 72 *(Poissons fumés et salés, sardineries)* figuraient dans les galeries de l'exposition algérienne de 1867. Jusque-là, la pêche dans la colonie n'avait eu pour but que de répondre à la consommation locale. Cependant, le thon, les anchois et sardines étaient depuis longtemps signalés comme pouvant alimenter d'une manière fructueuse l'industrie côtière.

Aujourd'hui des ateliers de salaisons et de préparations de conserves à l'huile, dont les produits rivalisent avec ceux de la métropole, sont en pleine activité sur le littoral des trois départements, et les exportations augmentent sensiblement d'année en année. Il convient de signaler, à ce propos, le procédé consistant à prendre les sardines à l'aide de l'appât de « sauterelles d'Afrique. » Cet appât, qui permet de faire un emploi utile du locuste si redouté des colons, paraît destiné à suppléer avantageusement la « rogue de Norwége, » dont le prix toujours croissant tend à compromettre la principale industrie de nos populations maritimes de l'Océan.

Les *légumes secs* et les *légumes verts* ont acquis une grande importance dans la culture de la colonie. Les premiers, demandés par la métropole, la Grande-Bretagne, l'Italie et l'Espagne ont eu, depuis quelque temps, un mouvement ascensionnel prononcé. Les exportations de légumes verts, pour être moins importantes en poids, offrent cependant un grand intérêt. Elles ont lieu dans la saison d'hiver où l'Europe est obligée de recourir aux produits des pays chauds.

Il y a vingt ans, le commerce des *primeurs*, comme celui des fleurs encore aujourd'hui, appartenait à l'Italie. Nice et ses environs en avaient le monopole avec les points les mieux exposés du midi de la France. L'Algérie leur fait aujourd'hui une concurrence avantageuse. Parmi les *fruits indigènes*, qui sont un objet important de production et de commerce, il faut placer en première ligne l'orange, et après elle tous ses congénères: citrons, cédrats, etc. Au nombre des arbres *fruitiers exotiques*, acclimatés et cultivés avec succès, il convient de citer le bananier, qui réussit principalement sur le littoral. Les *fruits secs*, appelés à jouer un rôle considérable dans le mouvement d'exportation, sont les raisins, les figues et les dattes. Ces dernières constituent, en partie, la nourriture des habitants de la région saharienne. Le bois du dattier, ses feuilles, les fibres du tronc servent aux constructions, aux ouvrages de vannerie, de corderie ; la plante, saignée au moment de la séve, donne une boisson sucrée, l'*eugmi*, qu'on distille ou qu'on laisse tourner en vinaigre.

La *vigne* trouve en Algérie un sol et un climat dont la nature lui convient à merveille. Soit qu'on la cultive dans les terres légères et sablonneuses des plaines de la Métidja, soit, au contraire, qu'on la plante sur les versants des coteaux calcaires des environs d'Oran, partout elle croît avec vigueur et donne des ceps bien constitués. Le phylloxera y est inconnu. Dans le but de garantir la colonie de ce fléau, deux décrets, du 8 janvier 1873 et du 30 novembre 1874,

ont prohibé l'importation de France en Algérie des ceps de vigne ainsi que des fruits frais et végétaux enveloppés dans des sarments de vigne. Depuis quelques années, un grand nombre de demandes de concessions de terres sont faites par des propriétaires du midi de la France dont les vignes ont été détruites par le phylloxera.

Les vins rouges les plus appréciés sont ceux des environs d'Oran, de Mascara, de Tlemcen, de Médéah et de Cressia. Certains vins blancs des territoires de Bône et de Douéra, les vins de dessert, secs et doux, des vignobles de Médéah et de Pélissier, méritent d'être signalés. La richesse des vins algériens en alcool est un gage sérieux pour l'avenir de la *distillerie*, qui constitue déjà une branche importante de l'industrie locale. Les alcools de raisin occupent nécessairement la première place; les autres matières alcoolisables proviennent surtout des fruits, des figues si abondantes dans la colonie, de l'orge, des caroubes, qui reviennent à un prix peu élevé, des oranges, etc.

L'Algérie fabrique une assez grande variété de *liqueurs*: l'eucalypsinthe, appelée à jouer dans le domaine de la thérapeutique un rôle semblable à celui des goudrons, des essences et des bitumes; le kirsch de nèfles, le bitter hygiénique, l'amer africain.

STATISTIQUE.

TABLEAU *des exportations relatives aux produits alimentaires (7e groupe).*

DÉSIGNATION des produits.	ANNÉE 1867. Quantités exportées.	ANNÉE 1867. Valeurs officielles en francs.	ANNÉE 1876. Quantités. exportés.	ANNÉE 1876. Valeurs officielles. en francs.
Céréales.	55,249 quint.	1,467,828f	2,067,757 quint.	49,177,539f
Farines	12,899 *idem.*	275,980	61,745 *idem.*	1,234,900
Huiles	314,553 kilog.	251,642	2,415,444 kilog.	2,415,444
Poissons de mer secs, salés ou fumés. . . .	817,514 *idem.*	163,503	5,906,834 *idem.*	3,544,100
Légumes et fruits . . .	1,828,481 *idem.*	791,234	15,198,979 *idem.*	6,700,977
TOTAL de la valeur des exportations.		2,950,187	. . . .	63,072,960

Il résulte de ce tableau que la valeur des exportations afférentes aux produits du groupe VII s'est élevée, pendant la période décennale 1867-1876, de 2,950,187 francs à 63,072,960 francs. Il y a lieu, toutefois, de faire remarquer que l'année 1867 a été exceptionnellement mauvaise. La sécheresse et les sauterelles ont gravement compromis les récoltes en céréales.

V. Education et enseignement, matériel et procédé des arts libéraux.

La diffusion de l'instruction a été, dès le moment où la conquête s'est affermie, une des préoccupations constantes du gouvernement et de l'administration de l'Algérie. Le progrès accompli dans l'espace de quarante années a été affirmé par M. Levasseur, membre de l'Institut, dans son Rapport sur l'instruction

publique à l'Exposition de Vienne, en 1873. Il constate, en effet, que la comparaison de la population scolaire avec le nombre des habitants européens donne le premier rang à notre colonie parmi les États civilisés et prouve, en outre, le soin que les colons prennent de l'instruction de leurs enfants.

Enseignement primaire. — Le nombre des salles d'asile est de 156, dont 133 publiques (26 laïques, 107 congréganistes), et 23 libres; elles reçoivent ensemble 16,668 enfants. Toutes les communes de l'Algérie possèdent aujourd'hui aumoins une école publique; le nombre de ces établissements est de 517, dont 383 dirigés par des instituteurs ou des institutrices laïques, et 134 par des congréganistes. Les écoles libres sont au nombre de 130 : 85 laïques et 45 congréganistes. Le nombre total des élèves inscrits dans les écoles publiques et libres est de 49,674 : 25,964 garçons et 23,710 filles. Les cours du soir ouverts gratuitement aux adultes par 180 instituteurs ont été fréquentés en 1876-1877 par près de 3,700 personnes. Il existe actuellement 122 bibliothèques scolaires disposant de 14,632 volumes. En résumé, l'enseignement primaire est donné dans l'asile et à l'école à 70,000 enfants de 3 à 13 ans, représentant 18 p. $^0/_0$ de la population européenne (390,000 habitants) ; il est entièrement gratuit, se trouve établi dans les proportions les plus satisfaisantes dans les moindres villages, ce qui a permis de dire que l'obligation, si elle était prononcée en Algérie, modifierait peu la situation actuelle.

Enseignement secondaire. — Cet enseignement est donné en Algérie dans 11 établissements publics (le lycée d'Alger et 10 colléges communaux) et 4 libres fréquentés : les premiers, par 3,017 élèves, les seconds par 330. En comparant ces nombres à la population européenne, on reconnait qu'aucun État de l'Europe ne présente une fréquentation relative aussi satisfaisante.

Enseignement supérieur. — L'enseignement supérieur comprend : l'École préparatoire de médecine d'Alger, dont les cours sont suivis par 76 élèves ; les cours publics d'arabe établis à Alger, à Oran et à Constantine, qui comptent environ 60 auditeurs; l'Observatoire, la Bibliothèque et le Musée d'Alger.

Les sommes dépensées pour l'enseignenent public, à tous les degrés, pendant l'année scolaire de 1876-1877, s'élèvent à 2,934,120 francs, soldés de la manière suivante :

Par l'Etat	598,491	francs
Par les départements	200,675	
Par les communes	1,763,158	
Par les particuliers.	371,796	

Un certain nombre de sociétés et d'établissements scientifiques se sont créés dans les principales villes de l'Algérie. Il convient de citer :

A Alger, la Société des beaux-arts, qui ouvre des cours de dessin, de sciences et lettres et de musique; une *Société historique* et une *Société de climatologie*;

A Bône, sous la dénomination d'*Académie d'Hippone*, une société savante dont les travaux historiques et archéologiques sont publiés dans un bulletin périodique;

Enfin, les villes de Constantine, Philippeville, Oran, Tlemcen, etc. possèdent chacune une bibliothèque et un musée.

VI. L'agriculture (1).

L'Algérie offre un développement de côtes de 275 lieues ; sa superficie totale est estimée à 34 millions d'hectares (les $^3/_5$ de la France). Elle se divise au point de vue agricole en trois régions distinctes : le Sahara, les hauts plateaux et le Tell ou région de la colonisation.

On désigne sous le nom de Sahara des plaines immenses, sans montagnes, sans végétation arborescente, ne présentant que des terrains arides, rocailleux ou couverts de dunes de sable; l'air y est d'une sécheresse remarquable; les pluies y tombent ordinairement par orages, quelquefois abondantes, mais espacées, souvent à plusieurs années de distance. Le siroco y règne fréquemment. La température atteint 40 à 48 degrés en été; pendant l'hiver, qui est court, elle peut descendre à 5 et 6 degrés au-dessous de zéro. Nos oasis, qui en forment la lisière Nord, en sont les seules parties habitables d'une façon permanente.

Les *steppes* ou *hauts plateaux* forment une succession de vastes plaines situées entre 600 et 1,200 mètres d'altitude. La proximité du Sahara y détermine en certains points de fortes chaleurs de 40 degrés en été; par contre, en hiver, la température descend à 8, 10 et même 12 degrés au-dessous de zéro. Cette immense région se couvre chaque année d'une végétation en grande partie vivace, très-favorable à la nourriture de la race ovine : c'est là que sont élevés tous les moutons que l'Algérie exporte annuellement. Cette production est une source inépuisable de richesse pour les Arabes, mais elle est soumise à des irrégularités excessives, et son développement est encore actuellement entravé par l'incurie des indigènes.

Le Tell (tellus) offre une surface de 14 millions d'hectares : il comprend tout le littoral méditerranéen ; rafraîchi, en été, par les brises de mer, il jouit d'une température très-douce en hiver et tempérée pendant la saison chaude. Protégé en grande partie par les montagnes contre le siroco, il offre un climat très-favorable au développement de la végétation herbacée et arborescente. Les terres des plaines et des vallées y sont d'une extrême fertilité. Les pluies commencent généralement en septembre pour finir dans les premiers jours de juin, et donnent annuellement une moyenne de 43 centimètres d'eau à Oran, et 90 centimètres à Alger.

La constitution géologique de cette région appartient presque complétement aux terrains tertiaires et crétacés, qui s'y présentent sous la forme de grandes assises argileuses, de bancs calcaires et de grès; le sol arabe, qui domine, est argilo-marneux, avec une notable quantité de silice; il comprend surtout des *terres fortes*.

Le Tell était le principal centre de la colonisation romaine; c'est là aussi que se développe actuellement la colonisation française. Son climat, essentiellement *méditerranéen*, en fait par excellence la patrie de l'olivier; le caroubier, le figuier, la vigne y croissent aussi spontanément avec la plus grande vigueur. L'oranger et le citronnier y donnent des fruits délicieux, et depuis longtemps l'agave et les cactus y sont complétement acclimatés.

Les animaux et les cultures du midi de l'Europe conviennent surtout au climat tempéré de cette région, et les progrès agricoles accomplis dans ces dernières années confirment de plus en plus la justesse de cette indication dont la connaissance aurait évité bien des essais ruineux à nos colons de la première heure.

(1) Cette notice est le résumé d'un mémoire sur l'agriculture algérienne rédigé par M. le docteur Marès, membre de la Commission de l'exposition algérienne à Paris.

A l'époque de notre conquête, ce beau pays, qui avait été le grenier de Rome, n'exportait plus que quelques milliers de tonnes de blé et un petit nombre de bestiaux.

Il est facile de se rendre compte, par le tableau des importations et exportations, de l'activité qui se développe en Algérie, de l'augmentation rapide des besoins, et de la force de production qui grandit de plus en plus sous l'influence de l'initiative européenne.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	TOTAL.
1831	6,504,000f	1,479,600f	7,983,600f
1835	16,778,739	2,597,766	19,376,603
1840	54,872,102	3,788.834	58,660,936
1850	72,692,782	19,262,382	91,955,165
1860	109,457,453	47,785,982	157,243,435
1870	172,690,713	124,456,249	297,146,962
1873	206,532,396	152,216,366	358,953,566
1875	192,358,426	143,932,432	336,290,848
1876	213,532,396	166,530,581	380,062,977

Ces chiffres sont la preuve irrécusable des progrès de la colonie : les importations progressives indiquent l'accroissement des besoins d'une population active qui augmente et s'établit à demeure. Les exportations, dont le chiffre gagne, chaque année, sur celui des importations, prouvent que la richesse augmente malgré les dépenses et les charges énormes du premier établissement.

Les deux tableaux suivants montrent le développement qu'ont pris, en dix ans, les moyens d'action (instruments et bestiaux) de l'agriculture algérienne.

DÉSIGNATION DES INSTRUMENTS	1867.		1872.		1876.	
	EUROPÉENS. — Nombre des instruments	INDIGÈNES. — Nombre des instruments	EUROPÉENS. — Nombre des instruments	INDIGÈNES. — Nombre des instruments	EUROPÉENS. — Nombre des instruments	INDIGÈNES. — Nombre des instruments
Charrues.	16.377	214.833	12.366	183.181	25.247	211.478
Herses, rouleaux, semoirs	11.195	869	13.952	1.159	16.408	1.430
Chariots, charrettes et tombereaux.. . .	12.057	305	13.952	385	15.762	684
Faucheuses, moissonneuses, rateaux à cheval.	146	0	392	4	547	4
Machines à battre à vapeur et à manége.	191	2	410	3	612	4
Tarares, égrenoirs, hache-paille, etc.. .	1.275	344	1.861	230	3.086	'60
Égrappoirs, fouloirs à raisins, pressoirs à vin.	354	0	431	0	719	479
Égreneuses à coton, broyeuses, teilleuses à lin.	1.654	2	646	210	577	253
Total.	43.209	215,855	49.186	185.572	62.958	214.342
Valeur en argent.. .	5.113.413f	1.833.186f	7.950.667f	1.515.629f	10.000.000f	3,000.000f

BESTIAUX.

RACES.	1867.			1876.			1872.		
	EUROPÉENS.	INDIGÈNES.	TOTAL.	EUROPÉENS.	INDIGÈNES.	TOTAL.	EUROPÉENS.	INDIGÈNES.	TOTAL.
Chevaline	16.613	187.068	203.981	15.566	112.380	127.946	16.897	142.160	159.058
Mulassière	6.477	150.547	157.024	9.251	119.958	129.209	13.102	124.265	137.367
Asine	4.850	220.016	224.866	5.039	115.528	120.567	6.418	169.360	175.778
Chameaux	33	183.721	183.754	158	178.484	178.642	29	185.814	185.843
Bovine	109.814	1.004.247	1.114.061	88.378	727.490	815.868	122.882	1.036.801	1.159.683
Ovine	120.082	8.333.700	8.453.782	156.460	5.772.227	5.928.687	173.036	9.305.217	9.478.253
Caprine	39.877	3.381.703	3.431.774	49.321	2.748.558	2.797.939	54.954	3.598.593	3.653.547
Porcine	48.426	3.029	51.455	68.742	227	68.969	56.611	963	57.575
	346.466	13.463.831	13.809.997	392.975	9.974.852	10.167.827	443.930	14.563.574	15.007.104

RACES.	PROPORTION par 100 pour les Européens.	PROPORTION par 100 pour les indigènes.		PROPORTION par 100 pour les Européens.	PROPORTION par 100 pour les indigènes.		PROPORTION par 100 pour les Européens.	PROPORTION par 100 pour les indigènes.	
Chevaux	8,15 %	91,85 %		12,16 %	87,84 %		10,62 %	89,38 %	
Mulets	4,12	95,88		7,16	92,84		9,54	90,46	
Bœufs	9,85	90,15		10.84	39,17		10,59	80,41	

Ce matériel, instruments et animaux, établit le fonds réel de la richesse des populations agricoles : à part les charrues, qui ne sont chez les Arabes que des araires d'une simplicité tout à fait primitive et d'une valeur très-minime à tous les points de vue, les Européens ont, quant aux instruments, une supériorité qui montre quel soin ils donnent à leurs travaux et à leurs cultures.

Les animaux de bât (chevaux, mulets et ânes) doivent exister en nombre très-considérable chez les indigènes, car tous leurs transports se font à dos d'âne et de mulet dans le Tell, à dos de chameau dans les hauts plateaux, dont les Européens sont encore complétement exclus par suite de l'attribution de ces terres, sous l'Empire, aux tribus qui les parcouraient.

Les bœufs représentent la grande force agricole des deux populations ; mais tandis que les indigènes n'en ont pas d'autre, les Européens tendent continuellement à introduire dans leurs travaux l'action plus rapide des chevaux, des mulets et des machines à vapeur ; ils tendent aussi à donner à leurs bœufs plus de taille et de poids.

D'après les derniers documents officiels, la propriété agricole privée occupe chez les Européens environ 1 million d'hectares, tandis que chez les indigènes la propriété privée et collective couvre environ 17 millions d'hectares.

Tabeau du produit des céréales dans les dix dernières années.

PRODUITS.	RÉCOLTE. de deux années.	EUROPÉENS.		INDIGÈNES.		RENDEMENT moyen par hectare.	
		Superficie. ensemencée	Rendement	Superficie ensemencée	Rendement.	Européens.	Indigènes.
		hectares.	quint. mét.	hectares.	quint. mét.		
Blé tendre. . . .	1867-68	86,842	375,852	13,968	48,890	8,45	5,56
	1871-72	125,423	1,052,350	33,571	184,538		
	1875-76	180,893	1,614,413	82,014	516,664		
Blé dur	1867-68	96,298	585,615	1,347,360	5,010,209	7,27	4,73
	1871-72	159,966	1,286,452	1,327,164	5,544,493		
	1875-76	309,309	1,142,673	2,080,885	9,811,262		
Orge.	1867-68	99,826	630,723	1,874,635	7,669,764	8,61	5,92
	1871-72	112,790	1,054,084	1,680,564	8,998,643		
	1875-76	317,400	2,754,110	2,644,205	18,867,743		
Avoine.	1867-68	16,373	240,275	61	522	11,99	6,84
	1871-72	36,010	387,901	2,414	10,489		
	1875-76	45,916	536,994	4,312	32,353		
Maïs.	1867-68	6,338	47,411	22,655	112,203	8,42	5,83
	1871-72	6,065	55,954	31,070	233,111		
	1875-76	12,287	95,927	32,207	154,498		

Vignes.

		1867.	1869.	1871.	1873.	1874.	1875.	1876.
		hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.
Européens.	Superficies plantées.	8,618	9,045	9,871	10,316	11,420	12,182	12,869
		hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.
	Quantité de vin récolté.	76,413	126,876	84,531	170,679	228,999	196,313	221,436
		hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.
Indigènes.	Superficies plantées.	8,737	3,850	3,572	223,929	3,904	3,862	3,854

En 1862, la population européenne était de 204,877 âmes (6,94 %) ; la population indigène était de 2,758,948 âmes (93,06 %).

Voici dans quelles proportions les Européens et les indigènes ont participé à la production des céréales depuis 1855 :

ANNÉES.	EUROPÉENS.	INDIGÈNES.
	pour cent.	pour cent.
1855.	7,45	92,55
1862.	16,63	83,38
1867.	18,67	81,33
1872.	29,35	71,65
1874.	24,50	75,70
1876.	26,70	73,30

Les farines algériennes ont fait leur première apparition à l'exportation en 1853 pour 367 kilog. ; en 1876, cette exportation s'élève à 61,745 kilog.

En 1852, l'Algérie a commencé à exporter des légumes secs pour 1,078,626 kilog. ; en 1875, 10,039,124 kilog. et en 1876, 7,310,690 kilog.

La culture et le commerce du tabac sont complétement libres en Algérie : ce produit est en grande partie apporté par les colons à l'administration, qui les paye bien et sûrement, mais qui, à diverses reprises, a dû modifier l'importance de ses achats. Cette culture a repris une marche progressive depuis 1867, et les débouchés nouveaux qui lui sont constamment ouverts la mettront à l'abri de trop rapides perturbations.

Les lins tendent aussi à progresser, mais le manque d'usines de teillage enlève aux colons la possibilité d'utiliser le meilleur produit de cette plante : la tige ; aussi ont-ils abondonné le lin de Riga pour cultiver celui d'Italie, qui donne plus de graine, jusqu'à ce que des usines sérieuses et bien établies puissent ramener cette culture vers la production des fibres : les fibres et les graines sont, du reste, de très-belle qualité.

Les cotons paraissent avoir fini leur temps. Cette culture offre en Algérie certaines difficultés, et elle ne peut actuellement soutenir, sans le secours de l'Administraction, la concurrence des grands pays de production.

La sériciculture paraît appelée à un bel avenir ; mais actuellement elle a

beaucoup décliné par suite de maladies qui ont, durant ces dernières années attaqué les vers à soie ou les feuilles des mûriers. Les très-petites éducations ont néanmoins presque toujours bien réussi, même dans ces derniers temps.

La culture de la vigne tend à prendre tous les jours une plus grande extension : les colons sont plus à l'aise; ils ont, sur beaucoup de points, surmonté les difficultés du premier établissement et amélioré leur installation et les conditions de fabrication du vin.

En 1858, on constatait que la plupart des vins algériens étaient de qualité médiocre et que leur fabrication n'était pas suffisamment soignée.

En 1866, on trouvait difficilement un vin bien potable chez les propriétaires, mais l'exposition faite à Alger en 1876 a montré un progrès très-remarquable dans la vivification.

En novembre 1877, les quantités de vignes plantées couvraient, suivant un document officiel, une superficie de 18,208 hectares.

La première exposition annuelle des produits de l'agriculture eut lieu à Alger, du 20 au 25 septembre 1848, en vertu d'un arrêté du gouvernement général.

Comme il était difficile aux provinces de l'Est et de l'Ouest d'arriver à ce concours, on institua des expositions provinciales qui se renouvelèrent chaque année dans les trois provinces d'Alger, d'Oran et de Constantine jusqu'en 1856. A cette époque, on substitua aux expositions provinciales simultanées une exposition générale annuelle ouverte alternativement dans chacune des trois provinces.

Dans tous ces concours, aussi bien qu'aux expositions universelles de Paris en 1855 et 1867, et de Vienne, en 1873, l'agriculture algérienne a affirmé ses progrès, et obtenu des récompenses honorables.

Depuis 12 ou 14 ans seulement, le réseau des communications a commencé à s'achever, le chemin de fer est venu le compléter. Les assainissements effectués depuis longtemps ont produit leur effet utile; la population est devenue plus dense.

Depuis 1872 (1), la création de villages dans lesquels une large part a été sagement réservée aux colons algériens a assuré l'avenir d'un grand nombre de jeunes gens, nés dans le pays, et trop à l'étroit dans les petites concessions de leurs parents. Presque tous ont réussi, et grâce à leur expérience, ils ont pu indiquer aux immigrants de France comment ils devaient combattre les difficultés que leur présentaient un sol et un climat nouveaux.

Cette amélioration progressive, matérielle et morale, des colons résultat d'un labeur incessant et du développement de l'instruction, est un encouragement sérieux pour les immigrants en même temps qu'un gage certain de la prospérité future de l'Algérie.

Nous terminons ici ce que nous avions à dire de l'Algérie; c'est dans le catalogue officiel que nous avons puisé la plus grande partie des documents que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs, ils ont donc une valeur incontestable.

On remarquera sans peine quels immenses progrès l'industrie et l'agriculture ont faits dans cette nouvelle France dans ces dernières années, et on doit avouer que s'il en est ainsi, c'est à l'esprit d'initiative et au dévouement de notre gouverneur actuel, M. le général Chanzy. Nous n'aurions pas parlé de l'Algérie sans lui rendre un public hommage.

(1) De 1872 à 1877 inclusivement 21,900 cultivateurs ont émigré de France pour venir se fixer dans les nouveaux centres créés en Algérie.

NOTES SOMMAIRES

FRANCE

NOTE I.

Habillement des deux sexes

(Classe 38)

La classe 38 comprenait une grande variété d'objets concourant à l'habillement sous toutes ses formes.

Fleurs artificielles. — L'industrie des *fleurs artificielles* et des *plumes de parure* est une des plus intéressantes au point de vue des ressources qu'elle offre aux femmes, aux jeunes filles et aux enfants; elle leur assure en effet un salaire fort rémunérateur et un travail agréable et peu fatigant au sein même de leur famille. Elle fait d'ailleurs chaque jour des progrès remarquables, aussi bien dans la fabrication, dont les diverses expositions qui se sont succédé ont mis en lumière les perfectionnements constants, que dans la somme de production qui va sans cesse en augmentant. Il y a dix ans, la statistique constatait l'existence de 2,000 fabriques ou ateliers ; on en compte aujourd'hui près de 3,000. Le salaire des femmes, qui variait de 2 fr. à 2f,50, est aujourd'hui de 2f,50 au minimum et s'élève jusqu'à 3f,50; celui des hommes, trempeurs, découpeurs, feuillagistes, qui était compris entre 3 et 4 fr., varie maintenant de 4 à 5 fr.

La valeur de la production totale annuelle peut être estimée à 25 millions de francs pour les fleurs artificielles et à 15 millions de francs pour les plumes de parure.

Dans les prix de revient des fleurs artificielles, les matières premières entrent pour $^3/_5$ et la main-d'œuvre pour $^2/_5$ environ.

Confections pour dames et enfants. — L'industrie des *confections et costumes* pour dames est essentiellement parisienne et a, comme la précédente, l'immense avantage de procurer à un grand nombre d'ouvrières des travaux qu'elles peuvent exécuter à leur domicile. La production de Paris, comprenant la vente en gros, l'exportation et la vente au détail, peut être évaluée à 75 millions par an et représente une somme de salaires de 12 à 15 millions répartis entre 22,000 ouvriers et ouvrières.

La confection des *robes* ne donne pas lieu à des ventes en gros aussi importantes que celles des confections pour dames ; mais les affaires au détail sont considérables. Depuis quelques années, le nombre des couturières à Paris s'est sensiblement accru ; on peut évaluer à 60 millions la valeur de leur production annuelle et à 15,000 le nombre d'ouvrières qu'elles occupent.

Habillements d'hommes. — Pour la fabrication des *vêtements d'hommes*, deux classes de producteurs sont en présence : les *tailleurs* qui font exclusivement les vêtements sur mesure, et les *confectionneurs* qui font aussi le vête-

ment sur mesure, mais dont la spécialité est le vêtement tout fait. Ces deux industries se complètent l'une par l'autre, au grand avantage des consommateurs. Le chiffre d'affaires considérable qu'elles représentent est difficile à apprécier ; on peut néanmoins l'évaluer pour Paris à 300 millions environ.

Chapellerie. — La *chapellerie* comprend la fabrication des chapeaux de feutre et de soie, des chapeaux de paille et des casquettes; cette industrie donne lieu à un chiffre annuel d'affaires de 120 millions de francs au moins. Depuis 1867 la fabrication des chapeaux de feutre n'a fait que progresser ; les principales matières qui y sont employées sont les poils de castor, de rat musqué, de rat gondin, les poils de lapin et de lièvre, ainsi que la laine. Les prix de vente varient, pour les chapeaux de laine de 1f,50 à 5 et 6 fr. ; pour les chapeaux de poils, de 3 à 25 fr.

Le chapeau de soie ne se porte guère que dans les grandes villes ; l'usage de plus en plus répandu des chapeaux de feutre a fait perdre à la fabrication de cet article une partie de son importance. Le chapeau mécanique dit *gibus* ne se fabrique qu'à Paris ; il s'en vend une certaine quantité pour l'exportation.

A Paris, l'ouvrier gagne dans la fabrication des chapeaux de soie et de la chapellerie de fantaisie environ 7 fr. par jour ; le salaire des ouvrières chargées spécialement de la garniture varie de 3 fr. à 3f,50. Dans l'industrie des chapeaux de feutre, qui se fabriquent surtout en province, le salaire journalier de l'ouvrier est en moyenne de 5 fr., et celui de l'ouvrière varie de 2f,25 à 2f,50.

Les matières premières employées à la confection des chapeaux de paille sont les pailles de Panama, les fibres de palmier ou latanier venant d'Amérique, les tresses de crin et de fantaisie, et les tresses de paille nattées ou remmaillées venant d'Italie, d'Angleterre, de Suisse et de Belgique. Le palmier et le panama se travaillent dans les départements de Meurthe-et-Moselle et des Voges; la couture des tresses de paille commune récoltée en France se fait dans les départements de l'Isère et de Tarn-et-Garonne. Les chapeaux fins, ceux de femmes surtout, se fabriquent dans quelques villes de province, mais principalement à Paris. Les ouvriers de campagnes qui s'adonnent en même temps aux travaux agricoles peuvent gagner depuis 1 fr. jusqu'à 3 fr. par jour suivant leur habileté.

Quant à ceux qui travaillent spécialement la paille à Paris et dans quelques villes de province, leurs salaires journaliers varient pour les femmes de 2 fr. à 2f,50, et pour les hommes de 5 à 6 fr.

Dans la fabrication des casquettes, qui comprend les képis pour l'armée ou les colléges et les casquettes d'uniformes, on emploie toutes sortes d'étoffes, draperies, lainages et soieries. Paris est le centre de production le plus important ; mais on fabrique également la casquette dans un grand nombre de villes de province. La moyenne des salaires journaliers est de 2f,25 à 2f,50 pour les femmes, et de 5 fr. à 5f,50 pour les hommes.

Cheveux. — L'industrie des *cheveux*, dont l'importance a quadruplé depuis 1867, se divise en quatre branches principales : la préparation des cheveux, la fabrication des coiffures pour dames, la fabrication des coiffures postiches pour les deux sexes, les dessins et bijoux en cheveux.

Les cheveux employés sont pour la plus grande partie les cheveux coupés sur la tête des femmes (1re qualité), et, pour une faible partie, les cheveux tombés (2e qualité).

La coupe des cheveux en France produit annuellement 80,000 kilogr. et se fait dans les départements suivants : Finistère, Morbihan, Côtes-du-Nord, Manche, Orne, Ille-et-Vilaine, Mayenne, Sarthe, Maine-et-Loire, Loire-Inférieure, Vendée, Deux-Sèvres, Vienne, Allier, Cantal, Puy-de-Dôme, Corrèze, Lozère,

Savoie, etc. Pendant longtemps, la production française fut largement suffisante ; mais, depuis une douzaine d'années, la consommation augmentant, il a fallu faire couper à l'étranger. Les pays qui fournissent actuellement les cheveux de coupe sont : la Belgique, la Prusse, la Bohême, la Hongrie, la Suède, la Suisse, l'Italie l'Espagne, les Principautés danubiennes, etc. Il a été importé, en 1873, 97,537 kilogr. de cheveux pour une valeur de 6,827,590 fr. ; pendant la même année, l'exportation a été de 44,088 kilogr. de cheveux bruts français valant 4,113,420 fr., et de 43,442 kilogr. de cheveux préparés valant 6,074,000 fr.

La préparation, qui consiste à transformer les cheveux bruts en cheveux lisses, frisés, crêpés, etc., occupe à Paris un grand nombre d'ouvriers et ouvrières ; les hommes gagnent en moyenne 6 fr. par jour ; les femmes, 2f,50 à 3f,50.

Pour la coiffure, Paris donne la mode au monde entier et la propage au moyen de journeaux spéciaux et d'écoles de coiffure.

Bien que des maisons spéciales fabriquent la plus grande partie des coiffures postiches pour dames, chignons, nattes, frisures, etc., surtout pour l'exportation qui est considérable, la plupart des coiffeurs de dames peuvent être considérés comme de véritables producteurs. A Paris seulement, on compte 2,000 coiffeurs établis et 5,000 ouvriers coiffeurs, dont plus de la moitié s'occupe de la coiffure des dames. Les ouvriers gagnent en moyenne 5 fr. par jour.

Les posticheurs proprement dits travaillent à pallier les inconvénients d'une calvitie partielle ou totale ; ils font les perruques pour les deux sexes, les toupets, les bandeaux, etc., avec une grande perfection de finesse et de légèreté. Les ouvriers spéciaux gagnent de 6 à 7 fr. par jour, les tresseuses et implanteuses, de 2f,75 à 3f,50.

La fabrication des dessins et bijoux en cheveux se fait sur une assez grande échelle ; cette spécialité est représentée en France, et à Paris surtout, d'une façon remarquable.

En résumé, dans ses diverses branches, l'industrie des cheveux fait un chiffre d'affaires qui dépasse annuellement 30 millions de francs.

Ce chiffre serait beaucoup augmenté si l'on comprenait dans la production de l'industrie des cheveux la valeur de tous les objets accessoires de la coiffure, consistant en parfumerie, peignes, bijouterie en or, perles, doublé, acier, jais, écaille, nacre, ivoire, fleurs artificielles, plumes, rubans, etc. Cette industrie a pris une grande extension, due surtout aux progrès réalisés pepuis 1867, spécialement dans la fabrication des coiffures pour dames et dans la confection de tous les postiches.

Modes. — La fabrication des *modes*, chapeaux et coiffures pour dames, occupe à Paris, seulement environ 8,000 ouvrières, dont les salaires varient de 75 à 500 fr. par mois ; le chiffre d'affaires, difficile à préciser, peut être estimé pour Paris à 23 millions de francs par an. Bien que ce chiffre ait une certaine importance, il n'est qu'une faible partie de la valeur de la production totale de cette industrie ; les maisons de Paris, en effet, créent exclusivement les modèles qui sont copiés par les maisons de province et n'alimentent que la consommation parisienne. Des matières premières nécessaires à la confection des modes, Paris ne produit que les apprêts de modes, les fleurs et plumes, la fausse bijouterie, la passementerie, les chapeaux de paille et de feutre ; Lyon fournit les soieries, les tulles, gazes, crêpes, etc ; Saint-Étienne, les rubans, les velours, la passementerie, les fichus de soie ; Calais, les blondes et les imitations de dentelles ; Caen, les dentelles ; le Puy et Mirecourt, les dentelles fantaisie soie et coton ; la Picardie, les tissus de laine et soie pour chapeaux de deuil. La valeur annuelle de la fabrication de ces divers articles est au moins de 250 millions, dont 150 millions environ pour l'exportation.

Chaussure. — Les procédés de fabrication de la *chaussure* n'ont pas subi de changements notables depuis 1867. Ils sont au nombre de six : la couture au fil poissé à la main, le semelage cloué ou rivé, le semelage vissé, le chevillage en bois, le semelage mécanique au fil poissé, enfin le semelage boulonné, procédé postérieur à 1867. Depuis 1855, les machines à coudre sont employées pour la fabrication des tiges ; elles le sont aujourd'hui dans les diverses parties du travail, et notamment dans le bordage. Le balancier et l'emporte-pièce sont en usage dans toute la fabrication de gros ; des machines spéciales ont été créées pour la fabrication des talons d'une seule pièce. Quelques fabricants se servent de moteurs à vapeur de 8 à 12 chevaux ; enfin des moyens mécaniques et des outils perfectionnés sont appliqués presque partout à la confection ou à la préparation des diverses parties du travail.

La main-d'œuvre et le prix des matières premières ont augmenté de 15 à 20 % environ depuis 1867. Néanmoins la production générale n'a pas cessé d'augmenter. Quoiqu'il soit difficile, pour ne pas dire impossible, d'en apprécier maintenant l'importance, on peut, en se basant sur les résultats de l'enquête faite à Paris par la chambre de commerce en 1861, qui fixait à 30 fr. par an et par habitant la moyenne de consommation pour la capitale, et en réduisant ce chiffre de moitié pour la France entière, estimer approximativement à 540 millions de francs la valeur de la consommation intérieure. En ajoutant à cette somme celle de 100 millions à laquelle peut être évaluée l'exportation, on arriverait au chiffre de 640 millions pour la valeur totale de la fabrication de la chaussure en France.

L'invention de la couture à la mécanique est due à un français, Thimonier, né en 1832 à l'Arbresle (Rhône). Néanmoins c'est à l'étranger, à l'Amérique, puis à l'Angleterre, que les manufacturiers français furent pendant longtemps obligés de demander les machines à coudre dont ils avaient besoin. Leur fabrication n'a pris une place importante dans l'industrie française que depuis quelques années seulement. Les constructeurs ont travaillé sans relâche, et si la France ne possède pas encore des usines aussi considérables que l'Amérique et l'Angleterre, elle rivalise avec elles pour la perfection de l'outillage et la qualité des produits.

L'application de la machine à coudre à l'illustration des tissus a amené la découverte de machines à broder qui empruntent à celle-ci plusieurs de ses principes fondamentaux et rendent de réels services dans les industries du vêtement et de l'ameublement.

On peut estimer à 15 millions de francs environ la valeur des machines à coudre fabriquées annuellement en France, dont un tiers au moins est exporté. Mais, en outre, il est juste d'attribuer à leur application industrielle l'extension qu'a prise depuis quelques années en France le commerce d'exportation des vêtements et confections en tous genres, de la lingerie, de la chaussure, des gants, etc.

Vêtements. — De grands progrès ont été réalisés depuis 1867 dans les machines à couper les tissus, à coudre, à plisser, à gaufrer, à broder et à soutacher; la confection, la lingerie, la bonneterie emploient les divers systèmes dans une proportion de plus en plus large.

Chaussures. — Les machines rendent de nombreux services à l'industrie de la chaussure. La couture des élastiques, le cambrage et la piqûre des tiges, le découpage des semelles, l'estampage et le fraisage des talons, la couture au fil poissé, le clouage, le vissage, toutes ces opérations se font aujourd'hui presque entièrement à l'aide des machines.

Gants. — Lors de l'Exposition dernière, la couture des gants de peau à la

machine n'était encore qu'à l'état d'essai et l'application n'en avait été tentée dans aucune manufacture d'une façon sérieuse. Mais la couture à la main ne pouvant suffire à l'extension croissante de cette industrie, il a fallu depuis lors recourir aux machines, et aujourd'hui la plus grande partie des gants livrés au commerce sont cousus au point de surjet ou piqués à l'aide de divers systèmes de machines spéciales.

Chapellerie. — Dans la chapellerie aussi les machines rendent d'importants services, soit pour fouler, apprêter ou border les chapeaux de feutre, soit pour coudre les chapeaux de paille ou les casquettes. Des progrès incontestables ont été réalisés dans ces différentes applications.

Comme complément de toutes ces machines, il importe de signaler des moteurs de divers systèmes qui en accélèrent la vitesse et qui tendent à diminuer, pour les ouvrières, la fatigue résultant de leur emploi prolongé. Enfin, tout en maintenant le prix de la main-d'œuvre à un taux relativement peu élevé, le travail à la machine est plus rémunérateur que le travail manuel pour les ouvriers et surtout pour les ouvrières.

NOTE II.

Tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement.

(Classe 21.)

La classe 21 comprend tous les tissus d'ameublement, c'est-à-dire :

1° Les tissus pour rideaux, tentures et couvertures *mobiles* des meubles ;

2° Les tissus pour couverture *fixe* des meubles ;

3° Les tapis de pied.

La fabrication des premiers, qui n'ont aucune fatigue à supporter, est susceptible d'une variété presque indéfinie; l'imagination a libre carrière pour créer les tissus de tous genres pour rideaux, portières, tapis de table, tentures murales. Aussi chaque année des sortes nouvelles sont lancées dans la consommation, depuis les tissus les plus riches jusqu'aux plus modestes, et toutes les matières textiles sont utilement employées dans cette fabrication.

La fabrication des tissus pour couverture fixe des meubles qui exigent une grande solidité, est beaucoup plus limitée. Les velours de toute sorte et les soieries pures, ou avec addition d'autres textiles, sont les genres les plus employés.

Les tapis de pied, encadrés ou en rouleaux, ras ou veloutés, nécessitant des conditions particulières de solidité, se prêtent peu à l'innovation. Aussi, les sortes de ces tissus n'ont pas varié depuis l'Exposition de 1867 ; ils comprennent toujours, pour la fabrication française, les tapis d'Aubusson, les moquettes de toutes sortes, les feutres imprimés et quelques tissus accessoires.

Les tissus d'ameublement sont fabriqués en France suivant deux procédés très-différents, se caractérisant par l'emploi :

Ou du spoulin (de l'aiguille ou du crochet),

Ou de la navette.

On sait que le spoulin est une sorte de bobine se déroulant entre les doigts de l'ouvrier, tandis que la navette est une bobine portée sur un petit véhicule et glissant entre les fils de chaîne.

Le premier système produit des tissus éminemment artistiques et décoratifs, mais d'un travail exclusivement manuel, et, par conséquent, *chers*. Ce système

employé en Orient depuis des milliers d'années et importé en France il y a quelques siècles, est employé dans les manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais, ainsi qu'à Aubusson et dans les environs de Paris.

Le second système, d'origine plus moderne, permet une production rapide et a pris un immense développement; mais il est beaucoup moins artistique. Il est employé à Paris et dans le département de la Seine, à Lyon, Roubaix, Nîmes, Amiens, Tours, Beauvais, dans la Picardie et à Aubusson.

La production française des tissus d'ameublement est généralement estimée comme suit :

Tapis de toutes sortes et tissus espoulinés	21 millions.
Tissus pour rideaux et meubles de toute sortes	43
Tissus imprimés	3
Rideaux brodés	3
Soieries pures	10
Toiles cirées diverses	3

Depuis l'Exposition de 1867, de grands progrès ont été réalisés dans la classe 21 par l'industrie française, déjà très-avancée à cette époque.

Ces progrès sont :

Au point de vue *artistique,* plus de hardiesse dans le dessin et la colorisation, un meilleur sentiment de l'art décoratif, l'emploi mieux accentué des effets de relief, pour détacher le dessin sur le fond de l'étoffe;

Au point de vue *industriel*, l'emploi nouveau et très-heureux de deux matières premières, le juste et les déchets de soie, ces derniers déjà employés, mais avec réserve, en 1867;

Au point de vue *mécanique*, la création de grands tissages à Roubaix et à Aubusson, ainsi que l'emploi des machines à broder à Saint-Quentin, Tarare et Paris.

Les chiffres de production et de vente ont augmenté, dans la classe 21, depuis 1867. Seuls, les tissus imprimés ont subi une diminution due à la mode et à l'annexion de l'Alsace à l'Allemagne.

NOTE III.

Ouvrages du tapissier et du décorateur.

(Classe 18).

La classe 18 comprend :

1° Les ouvrages du tapissier décorateur, c'est-à-dire les objets de literie et d'ameublement comportant l'emploi d'un tissu quelconque;

2° Les objets de décoration et d'ameublement de pierres et de matières précieuses ;

3° Les pâtes moulées et les objets de décoration de plâtre, carton-pierre, etc.;

4° Les cadres en tous genres;

5° Les décorations, peintures et attributs pour les services religieux.

Ouvrages du tapissier décorateur. — Sous ce premier titre on désigne une ndustrie qui touche à l'art par un grand nombre de côtés et qui est presque exclusivement parisienne. En effet, dans un ensemble décoratif, le dessinateur qui compose la maquette, le passementier et le brodeur qui ornent les étoffes, l'ébéniste qui fabrique l'ossature du meuble, le doreur qui en achève la décora-

tion et enfin le tapissier qui garnit les siéges, monte les rideaux, drape les tentures, tous ont été formés dans les ateliers de Paris. Paris est donc le principal centre de production de la France. Viennent ensuite Lyon, Bordeaux, Rouen, Marseille et Reims. Les matières premières employées par les tapissiers décorateurs sont: les bois de France et ceux dits des îles, le crin, la laine, la soie, les toiles, les étoffes de laine et de soie, les passementeries, les bronzes, etc.

Les tapissiers se servent peu de machines. On rencontre cependant des machines à coudre chez quelques-uns d'entre eux. En général, les façons sont confiées à des ouvriers et à des ouvrières qui peuvent se classer ainsi: les coupeurs, les tapissiers villiers (c'est-à-dire ajusteurs en ville, décorateurs, etc.), les ouvriers garnisseurs de siéges, de matelas, de coussins, etc.; les piéçards ou garnisseurs à la tâche, les ouvrières, les apprentis; les garçons de magasin, chargés aujourd'hui des transports, enfin les dessinateurs et les commis,

Les outils des ouvriers d'ailleurs peu nombreux, sont leur propriété.

Le taux moyen des salaires est:

Pour les coupeurs, de 10 francs;

Pour les villiers ajusteurs, de 8 francs;

Pour les garnisseurs, de 7 francs;

Pour les piéçards. selon leur capacité, de 8 francs à 10 francs;

Pour les ouvrières, de 2 fr. 60 cent.;

Pour les garçons de magasin, de 4 fr. 25 cent.

Les apprentis engagés verbalement ne reçoivent que les gratifications hebdomadaires que les patrons leur accordent à titre gracieux. Depuis environ quarante ans, les ouvrières ne font plus d'apprentissage; toute femme sachant coudre ou travailler à la machine peut être utilement employée.

Les commis gagnent de 1,200 à 4,000 francs par an; les dessinateurs gagnent de 2,000 à 5,000 francs.

Le nombre des maisons qui se livrent à l'industrie du tapissier décorateur s'est sensiblement accru depuis 1867. De nouvelles maisons de confection d'ameublement ont été créées; quant aux maisons d'élite qui limitent leur fabrication aux mobiliers de luxe, si elles n'ont pas suivi la même progression numérique, elles ont été du moins, avec les écoles d'art industriel, les écoles d'apprentis, les plus précieux soutiens de l'industrie du tapissier décorateur et l'ont aidée à maintenir la réputation que la France s'est faite dans cet art.

La valeur des produits fabriqués chaque année par les tapissiers peut être évaluée pour la France à 100 millions, dont 70 millions pour Paris seulement. Dans ce chiffre, les frais généraux, comprenant les appointements des employés, des garçons de magasin; les frais de modèles et d'installation entrent pour 13 0/0 et la main d'œuvre pour 12 0/0.

Les importations et les exportations n'ont aucune importance.

Ouvrages du sculpteur marbrier. — Cette industrie qui a ses principaux centres de production en France, en Italie et en Belgique, avait pris en France une importance considérable de 1867 à 1870. Grâce à la facilité des communications et à l'abaissement des tarifs douaniers, la fabrication courante s'était créé de nombreux débouchés pour les marbres provenant des carrières et des fabriques du Nord, de Marseille, des Pyrénées, de l'Ouest et du Jura. Mais c'est à Paris que s'était concentrée la fabrication de la marbrerie décorative. Les grands travaux du Louvre, des Tuileries, du nouvel Opéra, avaient mis en faveur l'emploi du marbre dans la décoration des habitations luxueuses et on en était arrivé à employer à Paris, en 1867, jusqu'à 5,912 mètres cubes de marbre.

L'industrie du marbre se divise en quatre branches parfaitement distinctes entre elles:

1° Le bâtiment;
2° L'ameublement;
3° La pendule et le bronze;
4° Le monument.

Chacune de ces branches est représentée dans la classe 18, mais la supériorité de la fabrication française se révèle surtout dans la marbrerie décorative ou de bâtiment, dont l'exécution n'a rien à envier aux travaux de la Renaissance ou du siècle de Louis XIV.

Ouvrages du sculpteur ornemaniste. — Nous sommes ici en présence d'une industrie absolument parisienne et dont le sort est étroitement lié à l'industrie du bâtiment.

Elle exige le concours d'artistes et d'ouvriers qui ont des attributions bien différentes. Ainsi, les modèles exécutés en terre glaise par le modeleur sont coulés en creux par le mouleur et les ornements sont alors estampés, soit en carton-pierre ou carton-pâte, soit en staff, soit en plâtre.

La construction du nouvel Opéra de Paris a remis en faveur les ornements en staff qui sont moulés avec de la toile dite treillis et du plâtre. Ce produit étant d'une incomparable légèreté vient faciliter l'exécution des ornements de très-grande dimension qui peuvent alors, sans danger pour la solidité, être suspendus aux plafonds et aux voûtes.

Depuis 1867 l'art du sculpteur ornemaniste a fait d'assez sensibles progrès, surtout dans la fabrication du carton-pierre. Dans cette fabrication on emploie maintenant, pour les moules, la matière, dite gélatine, composée de colle forte raffinée. Ce moyen permet d'obtenir des moules d'une seule pièce sur des modèles de diverses dimensions et de tirer des épreuves sans couture donnant tous les creux et les refoulements de la sculpture sur bois. Il y a là une précieuse ressource pour aider aux nouvelles tendances architecturales vers le style de la Renaissance.

Ouvrages du sculpteur décorateur pour l'art religieux. — La sculpture religieuse, considérée comme industrie, était à peu près nulle il y a vingt ans ; mais, par suite de l'impulsion donnée à la construction et à la restauration des églises dans toute la France, il s'est créé un grand nombre de maisons s'occupant spécialement de l'ornementation des églises qui comprend :

1° Les statues en ronde bosse, les bas-reliefs, les chemins de croix en bas-relief. Ces objets sont faits en marbre, pierre, terre cuite modelée ou moulée, plâtre, carton-pierre et autres compositions. Ils sont le plus souvent ornés de peintures et de dorures ;

2° Les tableaux et chemins de croix peints à l'huile sur toile, bois ou métal ;

3° L'ameublement, les autels, chaires à prêcher, fonts baptismaux, etc., exécutés en marbre, pierre, bois, ornés de mozaïques, de métaux, de sculptures, de peintures et de dorures.

Les moyens de fabrication se sont perfectionnés au point de livrer à des prix relativement très-bas des statues et des autels d'une véritable valeur artistique, et, grâce aux maisons principales, les commandes qui allaient à l'étranger ont fait retour à la France où d'importants progrès se font chaque jour dans cette industrie. L'essor donné aux études archéologiques a contribué puissamment à former le goût des acheteurs, qui sont des donataires pour la plupart, et à encourager le fabricant à étudier la forme de ses produits dans un sens tout artistique.

NOTE IV.

Carrosserie et charronnage.

(*Classe 62*).

Les produits de la classe 62 se divisent en quatre groupes principaux :

1° La carrosserie de luxe; 2° Les voitures dites de commerce et de service public; 3° les gros véhicules destinés au transport des matières premières et des produits de l'industrie et de l'agriculture; 4° les voitures mécaniques, de malades, d'enfants, et les vélocipèdes.

A côté de ces quatre branches importantes de fabrication sont venues se grouper des industries nouvelles produisant des pièces détachées ou portions de voiture.

Cette catégorie comprend :

1° Les fabricants de ressorts et d'essieux; 2° les fabricants de roues; 3° les fabricants d'avant-trains et de toutes pièces propres au montage; 4° les quincailliers spéciaux; 5° les menuisiers en voitures; 6° les fabricants de bois cintrés; 7° les lanterniers; 8° les plaqueurs; 9° les ébénistes; 10° les sculpteurs; 11° les passementiers.

On compte en France 3,500 carrossiers, selliers, charrons et constructeurs de voitures de transport, et on peut évaluer au moins à 20,000 le nombre des charrons-forgerons cumulant pour la plupart la maréchalerie, avec l'entretien et le renouvellement des voitures rurales qu'on trouve dans les 36,000 communes de France.

Paris est le centre de production le plus important de France. Il fournit la capitale et une partie de la province, et expédie, année moyenne, à l'étranger 1,000 à 1,200 voitures de luxe emballées représentant une valeur de 3,500,000 fr. On y compte 70 constructeurs de voitures de luxe, 28 selliers-carrossiers, 120 fabricants de voitures de commerce, 60 constructeurs de grosses voitures, 35 fabricants de voitures de malades, d'enfants et de vélocipèdes, sans parler des importants ateliers de la Compagnie des omnibus et de la Compagnie des petites voitures, 14 fabricants de ressorts et d'essieux, 2 importantes manufactures de roues, deux cintreurs de bois et 25 lanterniers-plaqueurs.

Viennent ensuite les villes suivantes :

Lyon, qui compte 45 établissements; Bordeaux et Toulouse, 35; Marseille, 32; et Lille, 25.

Les matières employées pour la construction des voitures sont nombreuses et peuvent être divisées en deux groupes.

Le premier comprend les matières nécessaires à la construction proprement dite et que travaillent les menuisiers, les charrons, les forgerons, les ferreurs. Ce sont :

Les bois indigènes, chêne, frêne, orme, noyer, hêtre, acacia, peuplier grisard, poirier, dont les prix dans Paris, sous écorce, varient de 100 à 200 francs le stère; les bois exotiques, acajou, hickory, tulipier, teak, qui valent de 250 à 300 francs le mètre cube; les fers de première qualité de France et de Suède, qui se vendent depuis 35 jusqu'à 60 francs les 100 kilogrammes; les aciers français de qualité supérieure, valant 60 à 95 francs les 100 kilogrammes.

Le second renferme les matières qui servent à finir, à orner la voiture, et qu'emploient les selliers, les bourreliers, les peintres, etc. Ce sont :

Les cuirs de fabrication française, vaches vernies et croutes, dont les prix varient de 14 à 22 francs le mètre superficiel; les maroquins, qui se vendent de 100 à 150 francs la douzaine; les draps spéciaux d'Elbeuf et de Sedan, valant de 9 à 13 francs le mètre; les reps et les satins de Lyon, qu'on peut estimer de 18 à 22 francs le mètre; les taffetas, également de Lyon, et les moquettes bouclées ou veloutées de Picardie; les toiles à coller, matelasser, etc., de lin, ou de lin et phormium, venant des départements du Nord, de la Mayenne et de la Somme, et se vendant de 75 centimes à 1 fr. 60 cent. le mètre; la passementerie, dont les prix, suivant la richesse et la finesse des matières employées, varient, pour le petit galon, de 50 centimes à 2 francs le mètre, et pour le galon large, de 2 à 7 francs; les glaces de Saint-Gobain; enfin les couleurs et vernis, qu'on tire de France, de Belgique, d'Angleterre et d'Allemagne.

Dans l'industrie de la carrosserie de luxe, l'application des machines-outils n'a pas encore acquis une grande importance; on rencontre cependant, dans quelques ateliers, des scies à ruban, des raboteuses, des mortaiseuses et des oupies, et, d'autre part, des pilons, des machines à percer, etc., qui servent au dégrossissage du bois et du fer.

En revanche, la plupart des constructeurs de charronnage et de voitures de commerce, les fabricants de roues, de ressorts et d'essieux ont adopté, dans leurs tateliers, les outils les plus nouveaux et les plus perfectionnés. L'introduction des machines n'a point amené une diminution du nombre des ouvriers de ces spécialités diverses; elle n'a eu d'autre résultat que de réduire le coût des produits et, par suite, de développer la consommation.

Les corps d'état qui participent à la confection des voitures sont assez nombreux; tous les ouvriers travaillent à l'atelier, quelques-uns à la journée, une grande partie à la tâche. On emploie généralement peu de femmes.

Le prix moyen des journées est :

Pour les forgerons, de 8 à 12 francs; pour les frappeurs ou apprentis forgerons, de 4 à 5 francs; pour les monteurs, de 6 à 7 francs; pour les limeurs à l'étau et les perceurs, de 4 fr. 50 cent. à 6 francs; pour les compagnons menuisiers, de 5 à 6 francs; pour les marchandeurs, de 7 à 9 francs; pour les charrons au train, de 6 à 8 francs; pour les charrons aux roues, les selliers, les bourreliers et les peintres, de 5 à 8 francs.

On peut évaluer à 60,000 le nombre des ouvriers de l'industrie des voitures et à 100 millions de francs la valeur de la production annuelle en France.

Pendant la période décennale de 1867 à 1876 la moyenne des exportations a été de 4,995,330 francs, et celle des importations de 1,596,579 francs.

Il n'y a pas de modifications importantes à signaler dans la fabrication de la carrosserie depuis 1867. On a essayé d'utiliser les propriétés élastiques du caoutchouc en interposant cette substance entre les pièces qui reçoivent les chocs de la route et les ressorts destinés à les amortir; mais jusqu'à présent on n'a pas obtenu de résultat satisfaisant.

L'enseignement technique, qui avant 1869 se bornait à l'explication de procédés empiriques surannés, a fait de notables progrès. Des cours gratuits de dessin et de géométrie descriptive, appliqués à la carrosserie sont professés le soir pour les ouvriers de cette industrie, et sont assidûment suivis depuis leur création.

Architecture.

Le pavillon de la ville de Paris.—Nous avons décrit (1) dans notre étude sur la serrurerie, la charpente en fer, ou si l'on aime mieux ce terme technique nouveau. l'*ossature* métallique du pavillon que la ville de Paris a fait élever à grands frais, au milieu du Champ-de-Mars. Nous compléterons ici la description de cet ouvrage important, en faisant remarquer que, si la place ne nous manquait pas, nous aurions pu donner à nos nombreux lecteurs, des renseignements plus amples, des descriptions monographiques aussi bien sur la construction dont nous allons dire quelques mots que sur les divers édifices composant l'admirable Exposition de 1878. Mais afin de ne pas trop nous étendre, nous nous bornerons à esquisser à grands traits l'image de ce pavillon qui est, du reste, un des types les plus originaux. Il a été impossible de ne pas remarquer son caractère franchement accusé, et de ne pas voir dans ses lignes décoratives la volonté fortement arrêtée par ses constructeurs d'indiquer sur les parois du dehors, la nature des matériaux principalement employés dans la construction du bâtiment; enfin la hardiesse incontestable de la décoration polychrôme a étonné tous les regards et les a souvent remplis de surprise et de charme. Ainsi constitué, le pavillon de la ville de Paris, dont nous donnons pl. I et II, des élévations partielles, nous a tout d'abord apparu dans son ensemble, comme une merveille d'imagination, comme un splendide joyau architectural, et ce qui nous plaisait encore, comme une sorte de déclaration de guerre à l'art classique, à la routine obstinée pour mieux dire, qui produit tant d'œuvres froides et guindées. Mais en examinant de plus près cette œuvre qui, en somme est très-remarquable, surtout aux divers points de vue de la sincérité du caractére, de l'idée novatrice, de l'application des diverses formules émises depuis quelques années seulement sur l'architecture nouvelle datant du XIXe siècle, à laquelle on devra des formes originales, résultats logiques de l'introduction du fer dans les constructions, nous avons reconnu que cette œuvre n'atteignait pas encore notre idéal. En effet, l'aspect général du monument ne donne encore que l'idée d'une réminiscence de l'art gréco-romain, et cette décoration qui frappe et surprend l'œil n'est en somme qu'une orgie de céramique et de couleur dont les tons violents détruisent l'harmonie que l'on est en droit d'exiger du talent des hommes habiles qui ont construit l'édifice. Si nous étions plus sévère, nous pourrions répéter un mot que nous avons entendu prononcer autour de nous, par des praticiens qui, en examinant le pavillon de la ville de Paris. le jugeaient absolument comme s'ils avaient été au milieu de leur atelier. Ils trouvaient cette décoration un peu *canaille*, et ce terme énergique pouvait seul, à leurs yeux, dépeindre l'impression qu'ils éprouvaient alors.

Cependant, dans notre désir sincère de ramener la critique à de justes limites et après avoir rappelé que nous avons loué précédemment, sans restriction aucune, l'organisation intérieure de la construction de ce pavillon, dont la pl. III donne une idée générale, nous ferons observer que son architecte a eu le très-grand mérite à nos yeux, d'aborder franchement un système que nous préconisons depuis longtemps; nous voulons parler de la transformation de l'architecture monumentale qui comporte son assimilation aux idées modernes et aux progrès de l'industrie ainsi que ce que nous appelons la liberté dans l'art. Mais cet artiste distingué n'a fait qu'effleurer ces principes de rénovation, il a sacrifié trop encore à la routine; ce n'est que par le détail qu'il est sorti des sentiers battus par les classiques, la banalité qui y est proscrite se retrouve souvent dans les grandes

(1) Voir page 329.

lignes de l'ensemble. Il n'en est pas de même dans la façade du grand vestibule du palais du Champ-de-Mars du côté de la Seine, là tout est nouveau, tout est étudié en dehors des règles étroites qui repoussent avec horreur la légèreté, la sveltesse de nos constructions nouvelles.

Les planches I et II, représentent les élévations des entrées du pavillon, sur les deux sens latéral et longitudinal. Les grandes baies des portes sont fermées par des linteaux appuyés sur des consoles ; elles sont surmontées de châssis à mosaïques en fer dont le vitrage est coloré. L'encadrement de la baie est en pan coupé, il est formé de moulures en fonte et de grands panneaux de fayence composés de carreaux émaillés assemblés, avec des rosaces et des culots saillants le tout ayant l'aspect d'une majolique. Sur un fond d'or, au-dessus du vitrage, se détachent dans le tableau les mots : Ville de Paris. Le fronton qui couronne la baie à sa corniche rampante surmontée d'un grand chéneau en terre cuite avec motifs au milieu et aux extrémités. Le tympan est revêtu d'une série de grands médaillons en même matière ; il est orné d'un contre-fronton intérieur et enfin d'un cartouche renfermant les armes de la Ville accompagnées de rinceaux et de feuillages. A droite et à gauche, des têtes symboliques portant la couronne murale surmontent les chapiteaux terminant des pilastres formés par une suite de médaillons semblables à ceux dont nous venons de parler. Les baies des portes ont des proportions gigantesques qui font surtout ressortir les insuffisantes dimensions des croisées du rez-de-chaussée placées dans les entre-colonnements. Ces derniers espaces sont décorés au moyen de briques de diverses couleurs, aussi bien pour les panneaux que pour les bandeaux ; les chéneaux qui les surmontent sont en terre cuite avec socles décoratifs, et ils renferment à la hauteur du premier étage des jours dont les châssis sont divisés par des croix de Saint-André, la surface qui forme architrave est en fer ajouré à treillis orné de croisillons ; un balcon est simulé par des faïences. Les pilastres indépendants des baies sont constitués par des systèmes de châssis en fer recevant sur la face extérieure des panneaux décorés de rinceaux en postes, de feuillages et de rosaces saillantes, une vraie suite de bas reliefs à motifs répétés. Ces pilastres sont autant de porte-oriflammes dont le chapiteau est inspiré de la forme de proues de navires, sur lequel s'amortit la base de la hampe. Les socles ou piédestaux des soubassements sont décorés de panneaux de marbre de couleur.

L'intérieur du pavillon, plus sobre au point de vue de l'ornementation polychrome, est indiquée par la planche III, qui nous montre la coupe longitudinale d'une travée. Sous le comble est un plafond lumineux, composé de vitrages divisés par des compartiments reposant sur la grande corniche régnant au-dessus des fermes ajourées à l'américaine, lesquelles sont supportées par des colonnettes, dont l'une d'elles est représentée au milieu de la figure ; du sommet de ces dernières, s'élancent de grandes consoles de support évidées. Au dessous de la ligne des fermes sont les jours verticaux pratiqués dans les façades ; une frise courante décorée aux attributs de la Ville, reçoit les tableaux d'indications des différents groupes qui ont exposé. A la suite, les parois des murs sont recouvertes d'une tenture grenat jusques et y compris la cimaise et le soubassement. Des colonnettes de travée dont nous venons de parler aux murs de face, il est réservé un passage ou galerie ; des consoles de retombée indiquées en coupe sur la figure existent par ce fait, perpendiculairement à celles qui sont figurées, de façon à supporter les fermes du plafond vitré et celles du passage.

F. Husson.

FIN DU TOME IV.



